Numero di Saggio

Spedito gratuitamente

RADIORAMA

rivista mensile edita dalla scuola radio elettra



NUMERO DI SAGGIO

RADIORAMA

Rivista mensile edita dalla
SCUOLA RADIO ELETTRA DI TORINO

Direttore responsabile: Vittorio Veglia
Condirettore: Fulvio Angiolini

Direzione - Redazione - Amministrazione e Ufficio di Pubblicità
Via La Loggia 38 - TORINO - Tel. 390.029
C/C postale N. 2/12930

SOMMARIO

ABBONAM. SEMESTRALE (6 numeri) L. 650
ABBONAMENTO ANNUO (12 numeri) L. 1200
ABBONAMENTO ESTERO ANNUO L. 1600
effettuando versamento al Dr. Veglia sul c/c postale n. 2/12930 - TORINO

 Pubblicazione autorizzata con n. 1096 del Tribunale di Torino - Spedizione in abbonamento postale (Gruppo III). Stampa: Lito Zeppegno - Torino, via P. Boselli 84

RADIORAMA, numero di saggio - RADIORAMA is published by Scuola Radio Elettra, via La Loggia 38, Turin, Italy - Printed in Italy by Lito Zeppegno - Torino.



C O P E R T I N A

L'ultimo incontro alla Fiera di Milano. Nataniela De Micheli, la piú giovane annunciatrice della TV di Milano, è diventata amica del Robot, l'uomo elettronico del futuro! (Fot. MERCURIO)

Appuntamento a Palermo

Come indicato a pag. 15 del presente numero di Radiorama, la Scuola Elettra è presente alla Fiera del Mediterraneo di Palermo, iniziata il 24 maggio e che si concluderà il 10 giugno, allo stand n. 46 del padiglione 16 - Televisione ed Elettrodomestici. Siamo certi che le visite degli Allievi e dei Lettori saranno numerosissime e saremo ben lieti di intrattenerci con loro su tutti i vari problemi, che sorgono ogni giorno nei rapporti tra Scuola ed Allievi, onde eliminarli in gran parte e rendere lo studio sempre piú aderente alle varie necessità e piú gradito ancora.

Per necessità logistiche, il personale della Scuola sarà presente allo stand soltanto nei giorni compresi tra il 2 giugno ed il 10 giugno; comunque, anche nella prima settimana, lo stand sarà aperto a tutti i visitatori.

Appuntamento, dunque, a Palermo tra il 2 ed il 10 giugno allo stand 46 del padiglione 16.

Il prossimo appuntamento è per Roma:

Allievi e Lettori di Roma Vi aspettiamo allo stand della Scuola (di cui non conosciamo ancora il numero, che comunicheremo, tuttavia, su Radiorama di Luglio) alla Rassegna internazionale di Elettronica all'EUR. indetta tra il 26 giugno ed il 7 luglio. A presto, dunque, Amici di Palermo e di Roma!

Vittorio Veglia

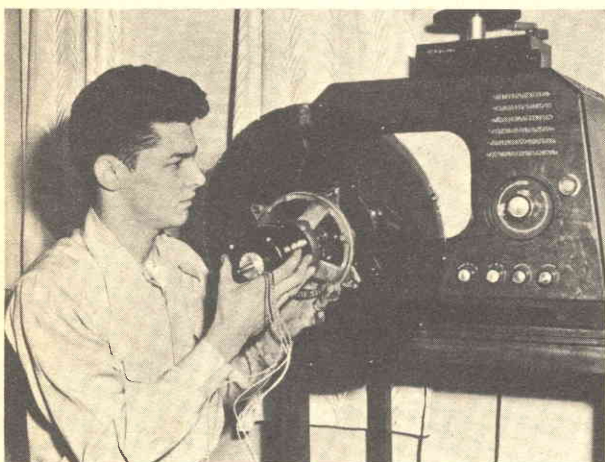
INCHIESTE D'OGGI



NEGLI STATI UNITI, è in via di esperimento un nuovo sistema elettronico di fotografia che consente, nel giro di pochi minuti, la trasmissione, attraverso le stazioni televisive, di testi la cui lunghezza superi anche le 70.000 parole



IN INGHILTERRA, per controllare l'intenso traffico, agenti muniti di radio trasmittente comunicano ad altri agenti, situati negli incroci piú congestionati, le caratteristiche e la targa delle vetture indisciplinate da fermare.



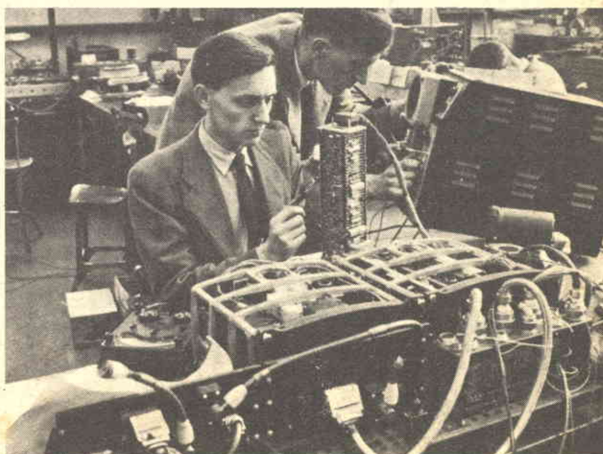
Altri notevoli progressi si stanno compiendo nel campo della televisione a colori. Qui vediamo un disco a tre colori che viene montato in corrispondenza di uno schermo ricevente: quando il disco è sincronizzato con un altro disco nella stazione televisiva, le immagini sullo schermo ricevente assumeranno i loro colori naturali senza esserne danneggiate.



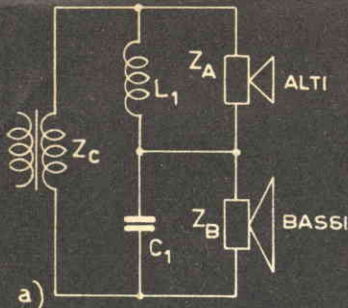
Siamo nell'interno di una galleria di controllo durante una trasmissione televisiva. I tecnici sono all'opera e controllano con scrupolosa attenzione, dai quattro teleschermi del quadro di comando, le varie fasi della trasmissione ripresa da quattro telecamere diverse, per mettere in onda l'immagine migliore della ripresa che si sta « girando » negli studi TV.

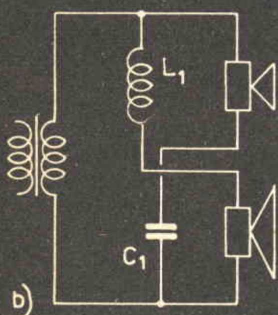


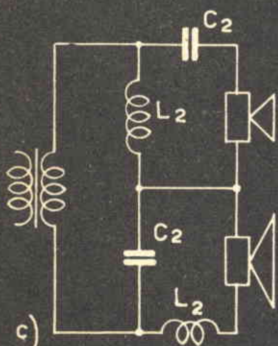
Una nuova telecamera portatile del peso di Kg 3,6 è in dotazione all'esercito. Il trasmettitore, sulle spalle del soldato, pesa 21 Kg. Questa telecamera consente di riprendere e di trasmettere, entro un raggio di 1600 metri, immagini nitide delle azioni che si svolgono in prima linea. Le batterie elettriche sono contenute nell'apparato trasmittente a zaino.



In questo groviglio di fili si nasconde il mistero del radar. Una fabbrica inglese sta progettando e costruendo per conto del Governo italiano, una serie di esemplari particolarmente efficaci. Le applicazioni del radar sono praticamente infinite, e certamente ci si sta avvicinando, con gli ultimi accorgimenti tecnici, alla sua assoluta perfezione.







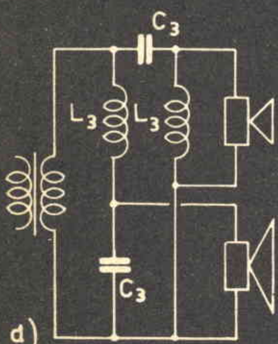
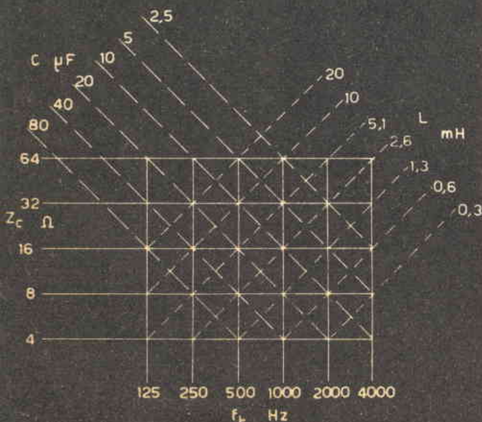


Fig. 1 - Filtri per la separazione degli alti e dei bassi ad induttanza e capacità.

Fig. 2 - Abaco per il calcolo dei filtri di fig. 1.



AMPLIFICATORE

L'orecchio umano è sensibile ad una vastissima gamma di suoni, dalle note molto basse di un tamburo a quelle acutissime di una tromba o di un violino. Ciò che caratterizza una determinata nota è la sua frequenza fondamentale, cioè il numero di oscillazioni sonore che avvengono in un secondo; basti infatti pensare alle vibrazioni compiute dalla corda di una chitarra, quando viene pizzicata: piú il numero di oscillazioni è alto piú la nota risulta acuta. Si potrà allora dire che a note alte corrispondono frequenze alte, mentre a note basse corrispondono frequenze basse. La gamma dei suoni udibili si estende da frequenze di circa 16 Hz fino a circa 16.000 Hz; oltre a questi limiti l'orecchio non è piú sensibile e quindi suoni di frequenze inferiori a 16 Hz o superiori a 16.000 Hz non sono percepiti dall'uomo. La voce umana è composta di frequenze fondamentali comprese tra 80 e 1200 Hz circa, mentre le note piú alte di uno strumento possono giungere fino a circa 5000 Hz.

Un suono non è, però, determinato solamente dalla sua frequenza fondamentale; infatti suoni della stessa frequenza possono essere di *timbro* diverso: il « la » di un pianoforte non è il « la » di un violino, eppure entrambi hanno una frequenza fondamentale di 440 Hz. A definire il timbro di un suono intervengono le cosidette *armoniche*, cioè le frequenze di valore multiplo della fondamentale. Il « la » non è costituito dalla sola frequenza di 440 Hz, ma anche dalle frequenze multiple 880, 1320, 1760, 2200, ecc. L'intensità di tali armoniche, la mancanza o la particolare presenza di alcune di esse, fa sí che suoni di ugual frequenza fondamentale diano sensazioni acustiche diverse. Tenendo conto del timbro di un suono, i limiti delle frequenze della voce umana e dei suoni musicali risultano alquanto superiori a quelli visti prima: fino a circa 10.000 Hz nel primo caso e 16.000 Hz nel secondo.

Per la riproduzione fedele della musica occorre quindi che un amplificatore sia in grado di amplificare, e l'altoparlante di emettere, tutte le frequenze, non solo fondamentali ma anche armoniche, senza alterarne le rispettive ampiezze e senza introdurre frequenze estranee, cosa che solitamente avviene quando l'amplificatore « distorce ».

Riprodurre una cosí vasta gamma di frequenze non è cosa facile ed è in certi casi inutile in quanto, solitamente, le frequenze piú elevate vengono eliminate senza compromettere eccessivamente la fedeltà di riproduzione. Nel caso delle trasmissioni radiofoniche a modulazione di ampiezza (M. A.) vengono trasmesse soltanto le frequenze inferiori a 4500 Hz, mentre in quelle a modulazione di frequenza (M. F.) si sale fino 10.000 Hz circa, ottenendo naturalmente una migliore riproduzione. A frequenze ancora piú elevate si giunge nella incisione dei dischi: fino a 14.000 Hz e piú.

Un amplificatore di bassa frequenza, per essere razionale, deve avere una banda passante (per banda passante si intende la gamma di frequenza che esso è in grado di amplificare e riprodurre) adatta allo scopo che si vuol raggiungere; mentre è inutile amplificare frequenze superiori a 4500 Hz per l'ascolto dei programmi a modulazione di ampiezza, ciò è invece indispensabile per la riproduzione dei dischi.

La maggior difficoltà, che si incontra quando si deve riprodurre una vasta gamma di frequenze, è rappresentata dalla generazione dei suoni da parte dell'altoparlante, cioè dall'organo che converte le oscillazioni elettriche in oscillazioni acustiche, mediante le vibrazioni della sua membrana o *cono*. Per avere una buona riproduzione delle note basse, il diametro del cono deve essere notevole, come lunga e grossa deve essere la corda di uno strumento musicale, e tale cono non è molto adatto per riprodurre le note acute, in quanto la sua notevole massa non gli permette di vibrare rapidamente. Il contrario succede invece, per la riproduzione delle note acute, nel qual caso il cono dell'altoparlante deve essere di dimensioni ridotte per poter vibrare alle frequenze elevate.

Dalle considerazioni fatte nasce abbastanza spontanea l'idea di far riprodurre le note basse ad un altoparlante di dimensioni grandi, e le note acute da un secondo altoparlante di dimensioni ridotte. Naturalmente, per ottenere una buona riproduzione con due altoparlanti, occorre dividere le note basse da quelle acute per inviarle separatamente all'altoparlante piú adatto.

I sistemi usati in pratica per operare tale separazione sono diversi a seconda del punto dell'amplificatore in cui avviene la separazione stessa; essi comunque si basano sempre sulle proprietà dei filtri cosidetti *passa basso* e *passa alto*, che possono essere costituiti da induttanze e capacità, oppure semplicemente da resistenze e capacità. I nomi derivano dalle proprietà stesse del filtro: *passa basso* è, infatti, il filtro che lascia passare solo le frequenze basse, o meglio solo le frequenze al di sotto di un certo valore (frequenza di taglio), determinato dal valore dei componenti LC od RC a seconda del caso, mentre il filtro *passa alto* lascia passare solo le frequenze superiori ad un certo valore.

Un primo metodo consiste nel fare la separazione dopo il trasformatore di uscita dell'amplificatore di potenza, inserendo cioè i filtri, che devono essere esclusivamente del tipo a induttanza e capacità per non avere eccessive perdite di potenza, direttamente nel circuito delle bobine mobili. Alcuni schemi di questo tipo sono riportati in *fig. 1*, in cui le impedenze delle bobine mobili dei due altoparlanti sono uguali e per tale valore

a 2 CANALI

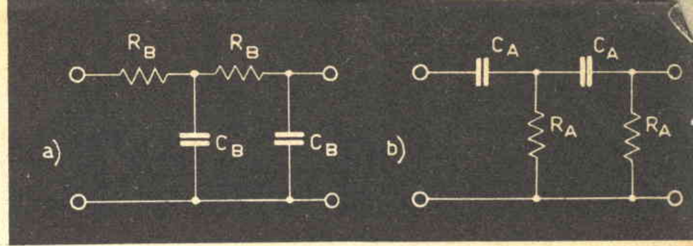


Fig. 3 - Filtri a resistenza e capacità.

deve pure essere costruito il trasformatore di uscita ($Z_a = Z_b = Z_c$). I valori delle induttanze e delle capacità si calcolano in modo molto semplice partendo dal valore dell'impedenza Z_c degli altoparlanti e fissando il valore della frequenza di taglio f_t, che in genere si sceglie intorno ai 1000 Hz. Mediante l'abaco di *fig. 2* si trovano i valori di C_1 ed L_1 per i circuiti a) e b) di fig. 1, mentre per il circuito c) basta tener presente che $C_2 = 1{,}41 \times C_1$; $L_2 = 0{,}71 \times L_1$; e per il circuito d) è $C_3 = 0{,}71 \times C_1$; $L_3 = 1{,}41 \times L_1$. Ad esempio, avendo altoparlanti con impedenza di 4 Ω e fissando $f_t = 1000$ Hz, si cercherà l'intersezione della retta orizzontale contrassegnata 4 Ω con quella verticale 1000 Hz: le rette inclinate che passano pure per tale punto danno rispettivamente $C_1 = 40$ μF e $L_1 = 0{,}6$ mH. Volendo usare il circuito c) si avrà: $C_2 = 1{,}41 \times 40 = 56{,}4$ μF; $L_2 = 0{,}71 \times 0{,}6 = 0{,}425$ mH.

Un secondo metodo usa invece due amplificatori, in genere uguali come circuito, uno per le frequenze basse e l'altro per le frequenze alte. In questo caso i filtri sono del tipo a resistenza e capacità, meno costosi e piú pratici dei precedenti, e vengono inseriti naturalmente prima dell'ingresso dei due amplificatori. Rispetto al metodo precedente si ha ora il grande vantaggio di poter avere due distinti comandi di volume, con i quali si dosano a piacere i bassi e gli alti ottenendo gli effetti e le tonalità volute. In *fig. 3* sono riportati un filtro passa basso (a) e uno passa alto (b); i valori di R e C sono determinati in modo tale da avere $R \times C = 158.000/f_t$, quando R sia in kΩ, C in kpF ed f_t (frequenza di taglio) in Hz.

SCHEMA DELL'AMPLIFICATORE A DUE CANALI

Lo schema elettrico dell'amplificatore a due canali è riportato in *fig. 4*. Esso è costituito da due stadi di potenza dello stesso tipo collegati, mediante i filtri passa basso e passa alto, allo stadio di ingresso, necessario per avere una buona sensibilità e per poter inviare ai filtri un segnale di ampiezza già alquanto grande, affiché non venga inquinato da disturbi e da ronzío.

La prima sezione del tubo V_1 lavora da normale amplificatore di bassa frequenza con carico resistivo e nel suo circuito di griglia è inserito il potenziometro P di regolazione del volume. La polarizzazione è ottenuta con un resistore senza condensatore in parallelo al fine di ottenere un certo grado di reazione negativa di corrente, vantaggiosa per una minor introduzione di distorsione. La seconda sezione di V_1 funziona semplicemente da stadio separatore, essendo montata nel circuito cosiddetto *ripetitore catodico*, poiché il segnale, prelevato dal catodo anziché dall'anodo, ha la stessa fase e all'incirca la stessa ampiezza di quello d'ingresso applicato in griglia. Tale stadio separatore è seguito dai due filtri

Fig. 4 - Schema elettrico dell'amplificatore a due canali.

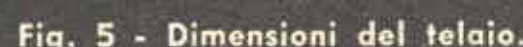


Fig. 5 - Dimensioni del telaio.

a resistenza e capacità, che separano le frequenze alte da quelle basse inviandole rispettivamente all'amplificatore degli alti ed a quello dei bassi. Entrambi i filtri sono seguiti da un potenziometro che serve per la regolazione indipendente dei bassi e degli alti e quindi dallo stadio preamplificatore e finale, costituiti rispettivamente da un triodo e da un pentodo.

Per diminuire la distorsione ed aumentare la fedeltà di riproduzione è stata operata una forte controreazione prelevando una parte della tensione presente ai capi della bobina mobile e ritornandola al catodo dello stadio preamplificatore. L'effetto di controreazione risulta piú o meno intenso a seconda del valore dei resistori R_1 ed R_2 rispettivamente per l'amplificatore dei bassi e degli alti: piú questi hanno valore basso e piú la controreazione risulta forte. Il valore adottato è un compromesso tra bassa distorsione e guadagno non troppo ridotto. Tale tipo di controreazione ha un vantaggio notevole, rispetto alle solite controreazioni operate su uno stadio solo, poiché esso agisce sull'amplificatore completo (dei bassi o degli alti) dando una maggior stabilità all'amplificatore stesso. Inoltre, prelevando la tensione di controreazione dal secondario del trasformatore di uscita anziché dal primario, vi ottiene una notevole riduzione non solo della distorsione introdotta dai tubi, ma anche di quella, a volte notevole, introdotta dal trasformatore di uscita.

Sull'amplificatore dei bassi è stato pure inserito il regolatore di tono costituito dal condensatore C_1 e dal potenziometro P_1: in questo modo, quando C_1 è connesso a massa (P_1 ruotato ad un estremo), esso non opera alcuna azione data la sua piccola capacità, mentre quando è connesso direttamente alla griglia del tubo (P_1 ruotato all'altro estremo) esso produce una forte controreazione per le note piú alte della gamma dei bassi, rendendo la riproduzione piú cupa.

MONTAGGIO DELL'ALIMENTATORE

La costruzione del telaio può essere fatta come indicato dai disegni di *fig. 5*, studiati per avere una razionale disposizione delle parti, ma per particolari esigenze di ingombro può anche essere fatta in modo diverso. Per facilità di costruzione è bene che il telaio sia fatto con lamiera di alluminio di spessore compreso tra 0,7 e 1 mm.

L'amplificatore può essere sistemato in un mobile comprendente il giradischi e gli altoparlanti, oppure essere tenuto scoperto, facente unità a sé. In questo caso gli altoparlanti devono essere sistemati in cassettine di legno o di plastica del tipo di quella riportata in *fig. 6*. Le dimensioni saranno: L = 195 mm, P = 105 mm, D = 130 mm per l'altoparlante dei bassi, che è da 160 mm; L = 115 mm, P = 65 mm, D = 80 mm per l'altoparlante degli alti, da 100 mm.

Fig. 6 - Cassetta per altoparlante.

Il montaggio elettrico non presenta difficoltà, ma va eseguito con molta cura, seguendo accuratamente le indicazioni dello schema di montaggio di *fig. 7*: ciò è indispensabile per ottenere una buona riuscita del lavoro.

Le particolari precauzioni da prendere sono le seguenti: tenere tutti i collegamenti sempre bene aderenti al telaio, sistemare i componenti ordinati e saldati direttamente tra i due punti in cui vanno collegati, dopo averne tagliato i terminali di lunghezza opportuna. I collegamenti di accensione dei tubi devono essere fatti attorcigliando i due conduttori insieme e collegando uno di essi a massa in un sol punto: è assolutamente sconsigliabile fare l'accensione facendo correre un sol filo servendosi del telaio per il ritorno. Queste precauzioni sono necessarie per ridurre al minimo il ronzío introdotto dai collegamenti dell'accensione, che potrebbe essere notevole, trattandosi di un amplificatore ad elevata sensibilità.

Per lo stesso motivo è bene che i due primi tubi siano schermati e tutti i collegamenti lunghi, percorsi dalla bassa frequenza, a partire dalle boccole di ingresso fino alle griglie dei tubi finali, siano fatti con cavetto schermato, il cui schermo deve essere saldato a massa in un sol punto.

Un'altra precauzione deve essere presa per collegare in modo giusto il secondario del trasformatore di uscita, in quanto se questo viene collegato alla rovescia non si ha piú una controreazione, bensí una reazione che può determinare l'innesco dell'amplificatore. Per questo si deve montare completamente l'amplificatore e collegare gli altoparlanti ai rispettivi secondari, non collegando per ora un estremo di essi a massa e non inserendo i resistori R_1 ed R_2 di controreazione. Quando si è provato l'amplificatore e si è certi che esso funzioni, si ruotano tutto a sinistra i potenziometri P del volume e P_a degli alti, mentre P_b dei bassi viene ruotato tutto a destra: si collega ora a massa un estremo del secondario del trasformatore di uscita dei bassi e l'altro estremo direttamente al catodo del triodo preamplificatore: se il funzionamento dell'amplificatore dei bassi è ancora regolare, i collegamenti sono esatti ed allora si può togliere il collegamento diretto sostituendolo con il resistore R_1; se invece l'amplificatore innesca, occorre invertire i due collegamenti al secondario del trasformatore di uscita. Ruotando, ora, tutto a sinistra P_a e tutto a destra P_b si ripeteranno le stesse operazioni per i collegamenti al secondario del trasformatore di uscita dell'amplificatore degli alti.

COLLAUDO DELL'AMPLIFICATORE

Prima di accendere l'amplificatore, e quindi ancora prima di fare i collegamenti della controreazione ai secondari dei trasformatori di uscita, il montaggio deve essere accuratamente controllato con l'*ohmmetro* per accertarsi che non esistano errori di collegamento. In un secondo tempo si accende l'amplificatore collegando il suo ingresso ad un giradischi e, se non si ha un normale funzionamento, si deve procedere ad un accurato controllo delle tensioni ai piedini dei vari tubi, come indicato nello stesso schema elettrico di fig. 4.

Da notare che le prove, soprattutto quando non sono ancora fatti i collegamenti della controreazione, devono essere eseguite tenendo i potenziometri ruotati verso destra di quel tanto che basti per udire nei due altoparlanti. Quando l'amplificatore è ultimato e collaudato occorre manovrare in modo opportuno i comandi di volume e quelli degli alti e dei bassi. Questi ultimi non devono infatti venir ruotati completamente a destra, in quanto essi servono solo per dosare i bassi e gli alti opportunamente ed in modo tale che ruotando tutto a destra il potenziometro di volume non si abbia saturazione degli stadi finali con notevole distorsione della riproduzione.

L'amplificatore, come si è detto, è molto sensibile, e può funzionare anche con i vecchi pick-up; quindi con i moderni pick-up, che forniscono tensioni molto elevate, soprattutto se sono del tipo piezoelettrico, la regolazione di P_a e P_b assume un'importanza notevole nei riguardi degli stadi finali, per evitare il loro sovraccarico.

MATERIALE OCCORRENTE

TUBI

2 12AX7 o ECC83
2 EL41
1 5Y3

POTENZIOMETRI

3 potenz. a grafite log. 0,5 MΩ
1 potenz. a grafite log. 1 MΩ

RESISTORI

2 100 Ω 1 W chimici
3 2,7 KΩ ½ W pasta
3 1 KΩ ½ W pasta
1 10 KΩ 1 W pasta
3 220 KΩ ½ W pasta
2 150 Ω 1 W pasta
2 100 KΩ ½ W pasta
2 470 KΩ ½ W pasta
1 20 KΩ ½ W pasta
1 1 MΩ ½ W pasta
1 18 KΩ 1 W pasta
1 56 KΩ 1 W pasta

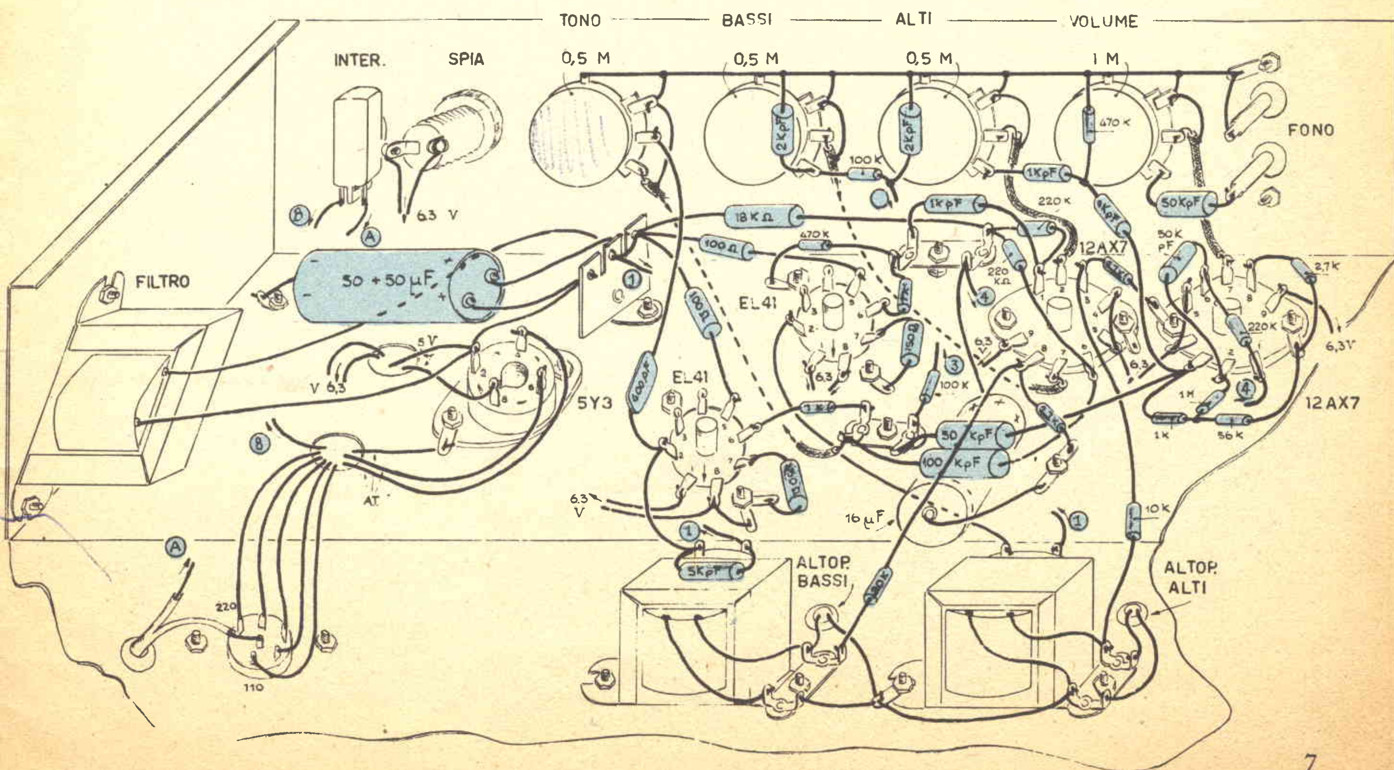
CONDENSATORI

1 5 KpF carta
3 50 KpF carta
1 100 KpF carta
1 400 pF mica
2 2 KpF carta
3 1 KpF carta
1 50+50 μF 350 V elettrolitico
1 16 μF 350 V elettrolitico

VARIE

1 telaio
2 trasformatori uscita 7000 Ω
1 impedenza filtro 1,5 H 40 Ω
1 trasformatore alimentazione
2 zoccoli noval
2 zoccoli rimlock
1 zoccolo octal
2 schermi per valvole noval con reggischermi
1 presa fono
1 portalampade spia
1 interruttore a pallina
1 cambiotensioni rotondo
1 piastr. di ancor. a 3 posti
4 piastr. di ancor. a 2 posti doppi
10 capicorda di massa semplici
2 capicorda di massa doppi
3 rondelle grandi di gomma
1 spina luce maschio
matassa filo alim. da 1,5 metri
4 viti 4×6 ma
4 dadi 4 ma
26 viti 3×10 ma
30 dadi 3 ma
cm 50 filo schermato
cm 30 filo rame stagnato
2 metri filo trecciola
1 altoparlante Ø = 160 mm
1 altoparlante Ø = 100 mm
4 manopole
2 metri filo per collegamenti
1 lampada 6,3 V 0,3 A

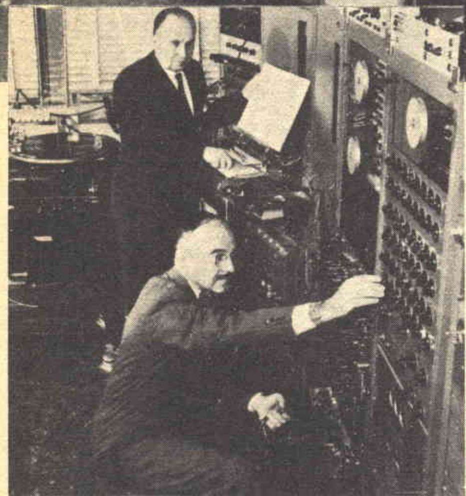
Fig. 7 - Schema di montaggio dell'amplificatore.





Voci e melodie

di D'AYALA VALVA



(Sopra) - Il dr. Hary F. Olson, direttore del Laboratorio di Ricerche Acustiche ed Elettromeccaniche al centro di Sarboff della RCA, regola il sintetizzatore di cui è l'inventore.

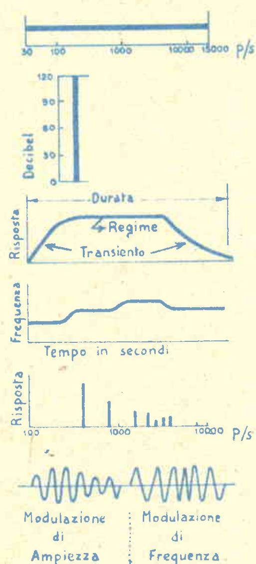


Fig. 3 - Il tono è un suono capace di eccitare una sensazione uditiva; le relative proprietà fisiche sono la frequenza, l'intensità, la forma d'onda ed il tempo. Queste proprietà possono essere tradotte nelle caratteristiche illustrate dalla figura ai fini delle varie operazioni del nuovo sintetizzatore.

Agile creatrice di gamme estesissime di oscillazioni elettriche, l'elettronica ha dato alla tecnica della generazione dei suoni originali sviluppi al di fuori del campo esclusivamente acustico. La prima idea di una meccanica nuova per strumenti musicali nuovi risale diggià ad una quarantina di anni fa; ebbero allora larga risonanza i concerti del Theremin che modulava le oscillazioni elettriche generate nell'istrumento da lui creato — il « Theremin » — con il solo lieve ondeggiare delle dita nell'aria per dare forma, nella gola degli altoparlanti, alle piú morbide sfumature di suoni. Da allora l'idea è stata ricca di svariati sviluppi anche se non decisamente generalizzati; oggi però il mod r-nissimo *sintetizzatore* RCA rappresenta una pietra miliare di questa originale tecnica nella sua capacità illimitata di creare per sintesi qualsiasi voce o qualsiasi suono anche se impossibile agli strumenti di oggi e dell'avvenire. Unica limitazione: le frontiere dell'udibilità poste dalla natura all'orecchio umano che è adatto a percepire la sola gamma di vibrazioni sonore mediamente compresa tra 20 Hz e 16.000 Hz.

Il processo di sintesi segue alla preventiva analisi di un determinato « tono »; qualunque possa essere, esso è fisicamente e psicologicamente la risultante di numerosi elementi componenti (*fig.* 3), elementi che l'istrumento ricostituisce individualmente con mezzi esclusivamente elettronici inserendoli successivamente nelle varie fasi della istantanea gestazione della sintesi sonora.

Il cervello del sintetizzatore è una batteria di 12 diapason, inseriti in circuiti oscillatori accuratamente stabilizzati per generare le frequenze corrispondenti alle 12 note di una ottava completa della scala temperata con inizio dal fa diesis (739,989 Hz a 1396,913 Hz). Moltiplicatori e divisori elettronici di frequenza estendono questa gamma sino ad abbracciare tutte le frequenze di 8 ottave della stessa scala temperata (23,124 Hz a 5587,65 Hz; l'onda sinusoidale in ingresso risulta in essi trasformata in un'onda di forma rettangolare cosicché ogni frequenza fondamentale è accompagnata dalla serie completa delle relative armoniche. Un separato generatore elettronico di rumori dà inoltre la possibilità di simulare particolari strumenti a percussione come tamburi, tamburini e maracas; è una sorgente questa che, sfruttata congiuntamente a filtri a banda molto ristretta, diventa atta a produrre i rumori piú selvaggi e piú assurdi.

Punto di partenza della sintesi in atto è la « nota » del suono da riprodurre — ottenuta attraverso l'inserzione dell'oscillatore di frequenza corrispondente — e quindi il suo trasporto all'altezza voluta nel moltiplicatore o divisore adatto. Il successivo elemento impegnato è la costante di tempo di questa nota che può essere variata entro limiti molto ampi per regolare sia la durata dell'intervallo di regime del suono sia i *transienti* di inizio e di fine, dai brevissimi transienti degli strumenti a corda a quelli molto piú lunghi dell'organo. Di norma la loro legge di variazione è, nei convenzionali strumenti musicali, a base logaritmica ma l'orecchio sembra gradire maggiormente transienti ad andamento rettilineo che il sintetizzatore realizza senza difficoltà. Speciali circuiti oscillanti conferiscono ora al già consistente embrione elettrico della sintesi il suo *portamento* cioè, le particolari caratteristiche dei passaggi progressivi di tono consentiti alla voce come al trombone o al violino ed in genere a qualsiasi istrumento a tono variabile. Il controllo del volume del suono è effettuato poi dai successivi circuiti che permettono la scelta tra 15 diversi livelli di intensità. I virtuosismi dell'esecutore realizzati nel *tremolo* o nel *vibrato* non costituiscono neanche essi una difficoltà per il sintetizzatore che li traduce agevolmente in modulazione di frequenza e di ampiezza e della forma dell'onda. Infine il timbro, espressione tipica della personalità di un suono attraverso il diverso conte-

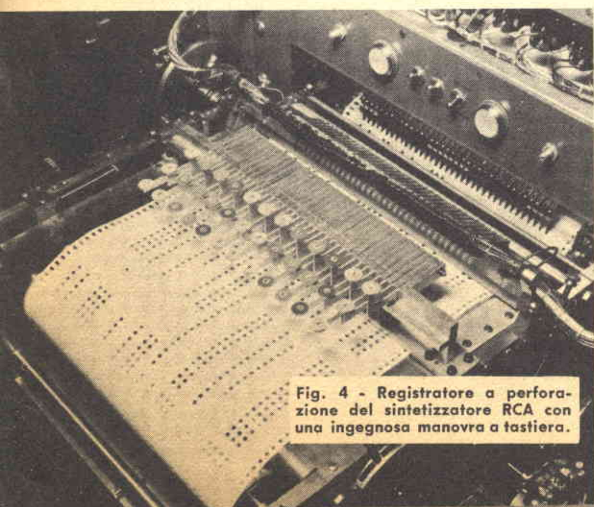


Fig. 4 - Registratore a perforazione del sintetizzatore RCA con una ingegnosa manovra a tastiera.

ELETTRONICHE

CON MIRACOLATO STUPORE IL COMPOSITORE DI DOMANI SARÀ LIBERO DI CREARE NUOVE E MERAVIGLIOSE ARMONIE NELL'INFINITO PENTAGRAMMA MUSICALE.

nuto di armoniche della sua fondamentale, viene esattamente reso attraverso l'inserzione di batterie di filtri passa-basso e passa-alto di caratteristiche adatte per esaltare od attenuare, sino ad annullarle, armoniche di uno o piú ordini.

In questa fase finale possono essere eventualmente introdotte, sempre con mezzi elettronici, irregolarità esattamente dosabili allo scopo di rendere meno statica la troppo rigida esattezza dell'insieme allo stesso modo come un limitato sfocamento giova all'effetto artistico di una fotografia.

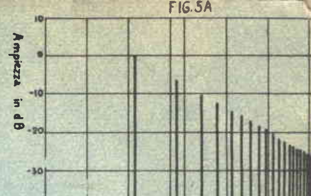
La sintesi ormai completa richiede solo di essere sottoposta ad una adeguata amplificazione per rispondere al suo scopo piú diretto di comandare il registratore fonografico (*fig.* 7); essa è comunque sempre la sintesi di un unico tono e cioè l'equivalente del suono di un solo istrumento ad aria o di una corda di uno strumento a corda o anche di un tasto di uno strumento a percussione. Ma attraverso la registrazione contemporanea di un massimo di 6 sintesi elementari (*fig.* 8) si ottiene la sintesi di un suono piú complesso; sei di queste ultime, reinserite contemporaneamente attraverso un analogo processo, creano una sintesi di 36 toni, quindi si passa allo stesso modo ad una sintesi di 216 toni e piú oltre ancora, senza alcun limite teorico nella possibilità di simulare orchestre o masse corali sempre piú complesse. In definitiva quindi il processo di sintesi si sviluppa facendo passare il segnale originale (cioè la nota prescelta) attraverso una serie di circuiti la cui predisposizione è comandata dalle registrazioni perforate di una originale carta da musica (*fig.* 6). Ognuno degli elementi componenti la sintesi sonora vi è infatti rappresentato con un prestabilito numero di perforazioni corrispondenti a combinazioni diverse, nel sistema binario, a seconda delle predisposizioni da effettuare; un registratore a tastiera (*fig.* 4) provvede a punzonare queste indicazioni analitiche che, nella successiva fase di sintesi saranno *esplorate* da una serie di spazzole per comandare la predisposizione dei circuiti interessati.

Su questa carta da musica non piú vergata dai tradizionali pentagrammi il compositore di domani potrà, battendo i tasti appropriati del registratore, fissare le sue creazioni con una rappresentazione completamente diversa dalle convenzionali notazioni, e controllarne sul momento stesso i corrispondenti effetti musicali; egli avrà insieme la libertà piú assoluta nel dare vita ad armonie e ad accordi del tutto nuovi perché non piú vincolato alle prestazioni degli strumenti musicali esistenti. Ogni limitazione della partitura attuale che rifletta il vincolo evidente di impegnare per una qualsiasi esecuzione tutt'al piú le dieci dita o le due mani o i due pedali o le sole labbra perderà per lui ogni significato nel quadro della nuova meccanica musicale introdotta dal sintetizzatore.

Anche gli inevitabili inconvenienti insiti nella natura stessa dei singoli strumenti, dall'urto del martelletto di un pianoforte allo strofinio dell'archetto di un violino e al soffio di uno strumento ad aria sono qui completamente eliminati. I toni sia alti sia bassi degli esistenti istrumenti risulteranno considerevolmente estesi e vantaggi altrettanto considerevoli ne deriveranno alla riproduzione degli strumenti a percussione molti dei quali accusano attualmente sgradevoli toni di urto e disarmoniche tonalità elevate.

La sintesi del canto si presenta egualmente soddisfacente sia negli *a solo* sia nei cori con accompagnamento orchestrale anch'esso sintetizzato. Le esperienze di sintetizzazione sono state estese anche alla voce parlata dimostrando che la intellegibilità del discorso può essere assicurata dalla trasmissione di soli 525 impulsi al secondo; per la trasmissione di informazioni è anzi teoricamente sufficiente un canale che occupi una banda di frequenza di soli 78 Hz con un rapporto segnale/disturbo di 20 dB.

Fig. 5 - La figura superiore rappresenta lo spettro di frequenza di un'onda a denti di sega della (frequenza) fondamentale di 440 Hz. Nelle figure inferiori di sinistra e di destra lo stesso spettro della frequenza modificato dopo il passaggio rispettivamente attraverso filtri passa-alto e passa-basso.



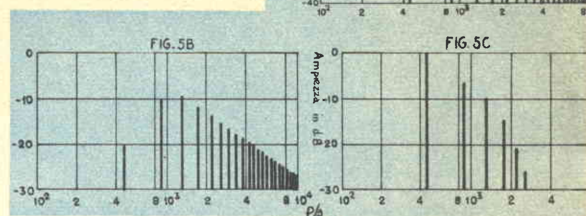
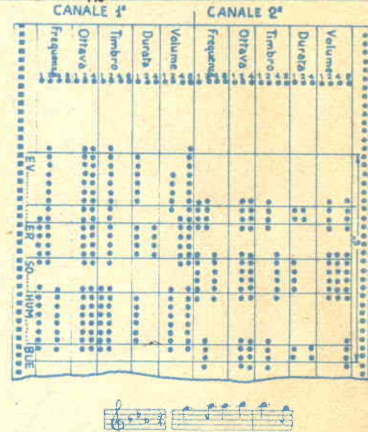


Fig. 6 - Carta di registrazione a perforazione del sintetizzatore a due canali indipendenti. La frase EVER SO HUMBLE, registrata con questo sistema, è stata ripetuta in basso con le notazioni convenzionali. L'allineamento dei fori superiori punzonati a solo titolo di riferimento dà l'indicazione del numero di combinazioni, secondo il sistema binario, assegnato ad ognuna delle caratteristiche del suono per la segnalazione di tutti i circuiti interessati.



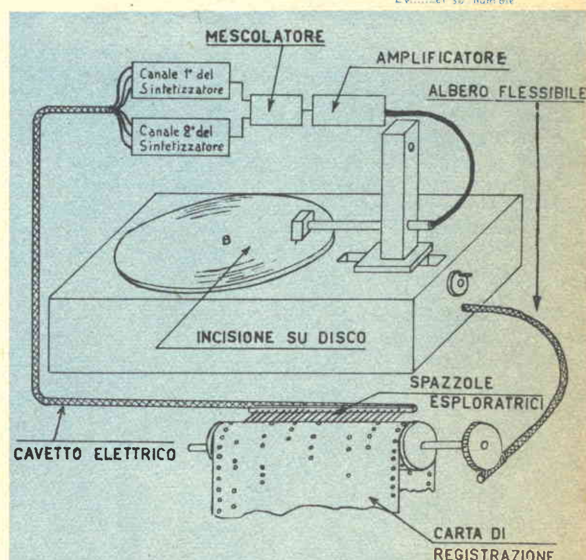
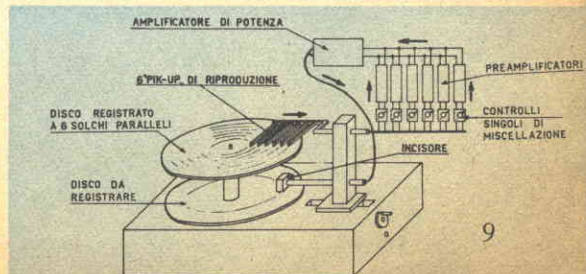


Fig. 7 - La serie delle spazzole esploratrici, passando sui fori delle carte di registrazione, predispone nel sintetizzatore i vari circuiti per la generazione di due distinti ed indipendenti segnali di uscita: Canale 1° e Canale 2° che nel mescolatore dànno luogo ad un segnale risultante adeguatamente amplificato prima di comandare il registratore.

Fig. 8 - I 6 pick-up esplorano il disco a 6 solchi paralleli; le relative uscite, i cui livelli possono essere singolarmente regolabili, vengono preventivamente amplificate. Il segnale risultante entra nell'amplificatore di potenza prima di iniziare l'incisione del disco inferiore nello schema qui sotto.





ig. 9 - Organo elettronico « Hammond » da concerto.

Allo stato attuale il sintetizzatore può già trovare una immediata applicazione nella produzione di musica registrata ove saprà fare prezioso uso della sua piena libertà di creare toni e combinazioni musicali nuove non consentite da nessuno degli esistenti strumenti. E rende altresí insperatamente agevole il ringiovanimento di vecchie registrazioni in mediocre stato di conservazione che non consentano nuove edizioni; l'analisi accurata dei loro singoli elementi acustici componenti e la successiva sintesi daranno infatti vita ad una incisione completamente rinnovata e pulita dalle distorsioni e dai rumori che deteriorano la registrazione esistente. Ma soprattutto appare quasi sbalorditiva la possibilità, del resto conseguente, che questa analisi venga condotta su interpretazioni di artisti ormai non piú in condizioni di prodursi o addirittura scomparsi, utilizzandola per introdurre — attraverso il successivo processo di sintesi — ogni minima sfumatura della loro arte anche in esecuzioni che non li ebbero mai in realtà loro interpreti, che risulteranno tuttavia sotto un diverso ma pur altrettanto esatto angolo visuale loro reale e personale interpretazione.

Molti altri compiti ancora in gestazione attendono il sintetizzatore allorché avrà assunta la sua forma definitiva per le applicazioni pratiche; saranno comunque tutti compiti sostanzialmente diversi e ben piú « estesi » di quelli di qualsiasi altro strumento elettronico sinora realizzato: dalle chitarre elettriche ai carillons elettronici — che oltre oceano soppiantano, senza troppi rimpianti, i bronzi tradizionali — ed agli organi e alle spinette, strumenti questi ultimi ove la tecnica elettronica ha conseguito i risultati piú concreti. Uno degli organi elettronici piú diffusi è l'organo Hammond (*fig.* 9), realizzato già in vari modelli ed in molti esemplari; le relative frequenze vi sono generate per induzione elettromagnetica dal passaggio di ruote dentate dinanzi ai poli di altrettanti elettromagneti, risultando proporzionali al numero dei denti delle singole ruote ed alla relativa velocità di rotazione. In base al controllo di appositi registri ogni frequenza fondamentale può essere accompagnata da un numero diverso di armoniche, sino ad un massimo di 8, regolate singolarmente al livello voluto. Entrambe le tastiere, di 44 tasti ognuna, coprono lo stesso intervallo approssimativamente di 3 ottave e mezzo della scala temperata; la tastiera superiore, accordata su di un'ottava piú alta e con diverso contenuto di armoniche, è piú particolarmente adatta per gli *a solo*. Una pedaliera a 12 pedali fornisce le 12 note di un'ottava piú bassa, un pedale unico controllandone globalmente il volume. Diversi gradi di « vibrato » sono ottenuti attraverso linee elettriche a ritardo mentre dispositivi elettromeccanici di prolungamento della durata dell'onda sonora consentono di raggiungere opportuni effetti di riverberazione acustica.

La musica elettronica è decisa a farci sentire piú alta la sua voce di quanto non abbia fatto sinora; l'anno scorso infatti il grande *Music Hall* di Basilea ospitò un Congresso di questa musica sintetica, che è stato forse il primo al mondo. Due strumenti si esibirono: il *Mixturtrautonium*, tedesco, dalla approssimativa apparenza di un centralino telefonico e l'*Ondes Martenot*, francese, assai piú semplice anche se meno versatile, che ricorda la sagoma di una spinetta. La cronaca registrò massicci esodi di ascoltatori prima della fine dei concerti e anche lo sbigottimento accorato dei critici nei confronti di quei suoni che definirono semplicemente inumani. Ma è giustizia aggiungere che la responsabilità è da imputarsi piú alla musica progressista strappata a questi strumenti che non al meccanismo della generazione elettronica dei loro suoni, le grandi qualità e le estese possibilità del sintetizzatore sonoro essendo sufficienti a darne una sicura garanzia per l'avvenire!

Recentemente anche presso la RAI di Milano sono state presentate alcune esecuzioni di musica « concreta » ed elettronica.

D'AYALA VALVA

I due re degli "electronics"

Sono i signori M. M. Ramo e Woolridge. Cosí essi hanno descritto, per la rivista americana « TIME », la casa del futuro: il tetto è un nido di minuscole cellule fotoelettriche che captano i raggi del sole, per riscaldare la casa e fornire la corrente elettrica. Porte e finestre si aprono ad un semplice cenno di mano e si richiudono automaticamente alla prima goccia di pioggia. L'apparecchio televisivo è come un quadro: si appende alla parete accanto ai pannelli per il riscaldamento e la ventilazione. La radio è grossa al massimo come una palla da golf e il telefono è un piccolo schermo su cui viene proiettata l'immagine della persona con cui si sta parlando. In cucina i fornelli cuociono gli arrosti in due minuti, gli ultrasuoni lavano i piatti, la biancheria e i vestiti senza bisogno di acqua né di sapone. E tutto ciò, senza bisogno di prese elettriche: raggi invisibili metteranno in moto gli apparecchi. E la luce?... Niente lampade! La sera pareti e soffitto irradieranno una luce delicata, che cambierà colore premendo un bottone. Ampolle contenenti un liquido rossastro, sterilizzeranno l'aria, uccidendo i microbi.



— E adesso basta col programmista!...

I due re degli apparecchi elettronici fondarono tre anni orsono una piccola società che aveva un solo ufficio, di una sola stanza, con una sedia, un tavolo, un telefono e una macchina da scrivere (a nolo!). Oggi la Ramo e Woolridge conta 3040 impiegati. Centosessantadue guardiani armati ne proteggono gli stabilimenti e gli uffici, perché la Società lavora anche per la difesa dello Stato sotto segreto militare. Essa ha venduto quest'anno per 50 milioni di dollari. È questo un altro miracolo portentoso della fata del dopoguerra: l'elettronica!

RICEVITORE A 4 TUBI

Maggio, pieno di sole e di primaverile gaiezza, è giunto e con esso sono giunte le belle giornate invitanti alle spensierate ed allegre scampagnate. Perché non rendere piú gioiose queste ore di evasione dalle fatiche della vita quotidana con un po' di musica o senza dover affrettare il ritorno alla sera per giungere in tempo ad ascoltare le notizie sportive domenicali? La risposta a queste domande è racchiusa in una piccola scatoletta di plastica, che, nella sua semplice eleganza, nasconde un familiare complesso elettronico: un ricevitore a 4 tubi alimentato a pile. Ubbidiente e mansueto, sarà un simpatico amico della comitiva e saprà dare non poca soddisfazione al suo padrone che potrà vantarsi davanti ai compagni di averlo lui stesso costruito con le proprie mani e con modica spesa. Buon lavoro a Voi!

LO SCHEMA

Il circuito scelto per la realizzazione del ricevitore è modernissimo essendo in esso impiegato materiale di ultimo tipo, come il piccolo condensatore variabile di sintonia, creato recentemente dalle piú grandi case, che lo hanno studiato appositamente per i ricevitori portatili, e l'antenna a ferrite, che ha dato a tali ricevitori un notevole sviluppo con la sua elevata sensibilità e le minime dimensioni di ingombro. Anche i trasformatori di media frequenza, usando nuclei di questo moderno materiale, contribuiscono alla sensibilità e selettività del ricevitore. Non mancano che ottimi tubi ed un buon altoparlante e di meglio non si poteva fare che adottare la ormai famosa serie di tubi miniatura della Philips a bassissimo consumo ed elevato rendimento uniti ad un piccolo altoparlante con magnete di alnico, conferentegli elevata fedeltà e potenza di uscita.

L'alta qualità del materiale impiegato consente di rendere assai semplice lo schema, riportato in *fig.* 1, il che è di fondamentale importanza, in quanto piú è semplice la sua realizzazione piú è grande la certezza di ottenere un sicuro esito e minore è la probabilità di guasti durante il funzionamento.

L'antenna a ferrite è costituita da una sbarrettina di materiale magnetico non metallico, ma di tipo ceramico, avente una elevata permeabilità e quindi la proprietà di concentrare il campo elettromagnetico nel suo interno in modo da ottenere una elevata tensione indotta nella bobina su essa avvolta, senza dover ricorrere a trasformatori d'ingresso, come è necessario con l'uso delle normali antenne a quadro, fino a qualche tempo fa impiegate nei ricevitori portatili. La bobina d'antenna può cosí essere direttamente collegata al variabile di sintonia ed alla griglia del tubo convertitore, che in questo caso è il DK96. Questo è a sua volta seguito dal pentodo ad elevata pendenza DF96, quindi dal diodo-pentodo DAF96, che esplica le funzioni di rivelatore e preamplificatore di bassa frequenza, ed infine dal pentodo di potenza DL96, che, con una minima tensione di eccitazione ed un ridottissimo consumo, è in grado di fornire una potenza di circa 150 mW, piú che sufficiente per un buon ascolto sia in casa che all'aperto in zone di campagna.

L'alimentazione è ottenuta con una pila da 1,5 V per i filamenti, ed una da 67,5 V per l'alimentazione anodica. Il basso consumo dei filamenti permette una lunga durata della pila da 1,5 V, la quale però non dura in genere tanto quanto quella anodica, quindi deve essere sostituita piú spesso.

Fig. 1 - Schema elettrico del ricevitore portatile.

Dato il limitato spazio disponibile è indispensabile per ottenere un buon risultato, usare tutti elementi miniaturizzati.

MONTAGGIO DEL RICEVITORE

Affinché il montaggio possa risultare ben fatto, occupando il minimo spazio possibile in modo da rendere accessibili tutti i punti che occorre controllare in caso di ricerca di un eventuale guasto, bisogna attenersi con scrupolo ai disegni di montaggio riportati in *figura* 2. Prima di iniziare il cablaggio è indispensabile fissare tutte le parti al telaio ed alla piastra, incominciando da quelle piú pesanti e piú robuste, passando man mano a quelle piú leggere e delicate. Cosí sul telaio andranno fissati dapprima gli zoccoli (attenzione a come sono orientati per avere i collegamenti piú corti possibile) quindi i trasformatori di media frequenza nel modo indicato in figura 3. Il loro fissaggio avviene semplicemente infilando dapprima nel foro la molletta, che verrà tesa sul trasformatore di media dopo averlo anch'esso infilato nel foro del telaio. Infine verrà fissata la bobina dell'oscillatore, mediante una semplice vite. Sulla piastra saranno invece fissati il potenziometro del volume ed il trasformatore di uscita, nella disposizione di *fig.* 2, quindi l'altoparlante, introducendolo nel foro grande, infine verranno sistemati il variabile e l'antenna a ferrite, mediante gli appositi gommini antivibranti. Sul perno del variabile trova posto la puleggia, che è semplicemente infilata a pressione: se però essa non risultasse sufficientemente bloccata, si può saldarla con una goccia di stagno al gambo stesso del variabile, usando un saldatore di adeguata potenza, senza riscaldare eccessivamente il variabile. La funicella metallica di comando del variabile dovrà essere sistemata come indicato in *fig.* 4.

Prima di unire il telaio alla piastra è bene fare sulle due parti, ancora staccate, tutti i collegamenti che è possibile effettuare, al fine di lavorare piú liberamente. Rimarranno cosí le sole connessioni che collegano le parti fissate sul telaio con quelle fissate sulla piastra, le quali andranno fatte per ultime.

In *fig.* 2 sono indicati i collegamenti e la sistemazione dei componenti sia sul telaio che sulla piastra, nonché le connessioni tra le due parti. Dapprima conviene stendere tutti i fili tra le parti, che possono cosí essere fatti aderenti al telaio, quindi verranno saldati gli altri componenti quali i resistori ed i condensatori. Sul telaio, alcuni di essi, vanno sistemati tra punti che stano da parti opposte del telaio stesso, per questo, nella stessa *fig.* 2, è riportato il telaio visto anche dalla parte superiore.

Molta attenzione occorre fare per i collegamenti alla bobina dell'oscillatore, per non avere poi la sorpresa che esso non funzioni: in *fig.* 5 è stata, perciò, riportata, in modo ben chiaro, la disposizione dei terminali della bobina per evitare di confonderli.

Completerà il montaggio l'unione del telaio alla piastra, secondo la *fig.* 6, e la stesura dei pochi collegamenti tra le due parti.

COLLAUDO DEL RICEVITORE

Il collaudo del ricevitore deve essere fatto in diversi tempi per evitare che qualche errore commesso possa arrecare danni, a volte irreparabili, a parti del circuito. Per prima cosa occorre assicurarsi bene che tutti i collegamenti siano esatti, che non siano stati omessi dei componenti, che i terminali dei resistori e dei condensatori, essendo nudi, non si tocchino o non siano a contatto con la massa. Oltre ad un accurato esame visivo del montaggio è molto utile, a tale scopo, servirsi di un ohmmetro, i cui puntali verranno collegati tra la massa ed i diversi punti del circuito, accertandosi in tal modo che le indicazioni da esso date corrispondano con i valori segnati sullo schema elettrico. Particolare attenzione va posta nel controllare che non esistano cortocircuiti tra le connessioni dei filamenti o tra quelle dell'anodica e la massa per evitare danni alle pile o la bruciatura dei filamenti se essi sono casualmente a contatto con il terminale positivo della pila da 67,5 V. Quando vi è la certezza assoluta che il cablaggio è corrispondente allo schema, si possono innestare i tubi con la massima attenzione per non scambiarli di posto; infine possono essere collocate al loro posto le due pile (*fig.* 7), dopo aver controllato che l'interruttore accoppiato al potenziometro del volume sia aperto. Verificato ora con il voltmetro che le due pile siano state inserite con la giusta polarità (la tensione da esse fornita deve essere positiva rispetto alla massa) si può accendere il ricevitore. Se tutto è stato fatto come si deve, manovrando la sintonia non sarà difficile ricevere le stazioni locali anche se il ricevitore non è ancora stato tarato. Se nessun suono è possibile udire occorre armarsi di molta pazienza e ricontrollare tutto il circuito, nonché i diversi componenti, fino a trovare le cause del mancato funzionamento.

TARATURA DEL RICEVITORE

La taratura può essere fatta rapidamente sia con l'uso di oscillatore che servendosi semplicemente delle stazioni locali.

Nel primo caso l'oscillatore deve essere collegato al ricevitore, come indicato in *fig.* 8, mediante una spira di filo isolato avvolta attorno alla bacchettina dell'antenna. Accordato l'oscillatore sulla frequenza di 467 kHz si regoleranno i nuclei delle medie frequenze seguendo l'ordine indicato nella stessa *fig.* 8. Accordato ora l'oscillatore sulla frequenza di 500 kHz verranno regolati, dopo aver ruotato la manopola di sintonia tutta a sinistra (*variabile tutto chiuso*), dapprima il nucleo della bobina L_0 fino ad ascoltare la nota nell'altoparlante, quindi verrà spostata leggermente lungo la bacchettina di ferrite la bobina L_2 fino ad ottenere la massima intensità del suono. Portato ora l'oscillatore sulla frequenza di 1500 kHz e ruotata la manopola di sintonia tutta a destra (*variabile tutto aperto*) verranno regolati i compensatori C_0 fino ad ottenere l'ascolto della nota, e C_a fino ad ottenere la massima intensità del suono. È bene ripetere le operazioni indicate alcune volte poiché le regolazioni possono influenzarsi a vicenda.

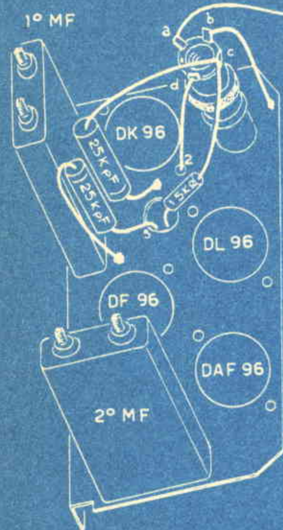
Non disponendo di oscillatore, la taratura va fatta con l'aiuto delle stazione locale. Basterà per questo accordare il ricevitore sulla stazione che si sente piú intensa quindi regolare dapprima i nuclei delle medie frequenze poi il compensatore C_a o la bobina L_2 a seconda che la stazione si trovi verso l'estremo alto o basso della gamma.

SISTEMAZIONE DEL RICEVITORE NEL MOBILE E MANUTENZIONE DEL RICEVITORE

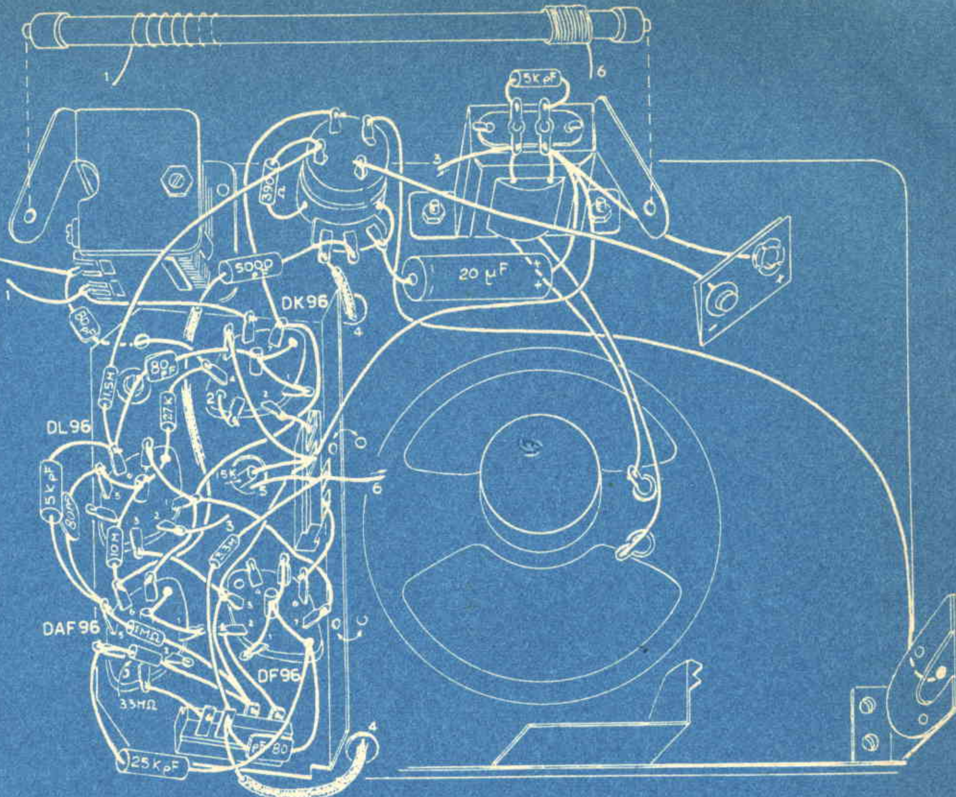
Quando il ricevitore è stato tarato non resta che fissarlo nel suo mobiletto in plastica. Per eseguire tale operazione occorre togliere le pile poiché esse nascondono le due viti di fissaggio. La *fig.* 9 illustra come avviene tale operazione; quindi saranno innestate le due manopole dei comandi di sintonia e volume sui relativi alberini.

Per la buona conservazione delle pile è consigliabile di non tenere acceso il ricevitore per un tempo troppo lungo; dopo circa due ore di funzionamento è bene spegnerlo per circa mezz'oretta. Appena si sente che il volume è diminuito rispetto al normale occorre provvedere alla sostituzione delle pile esaurite dopo averle controllate con il voltmetro con il ricevitore acceso. Inoltre quando il ricevitore non viene usato deve essere tenuto in locale fresco ed asciutto.

Tutto il materiale, comprese le valvole ed il mobile, è disponibile a L. 12.500 piú L. 1.200 per le pile.



VISTO SOPRA



VISTO SOTTO

Fig. 2 - Schema di montaggio del ricevitore.

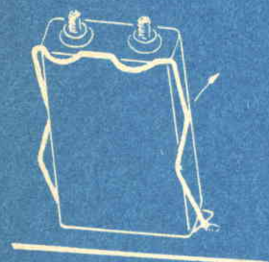


Fig. 3 rissaggio dei trasformatori di media frequenza.



Fig. 4 - Particolare di montaggio della funicella.



Fig. 5 - Capicorda della bobina dell'oscillatore.

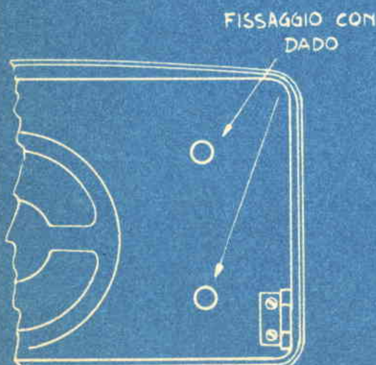


Fig. 9 - Montaggio del ricevitore del mobile.

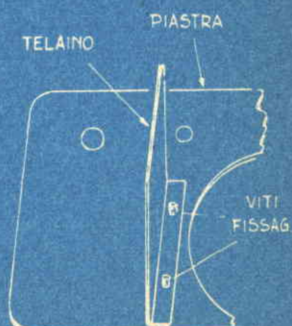


Fig. 6 - Unione del telaio alla piastra.

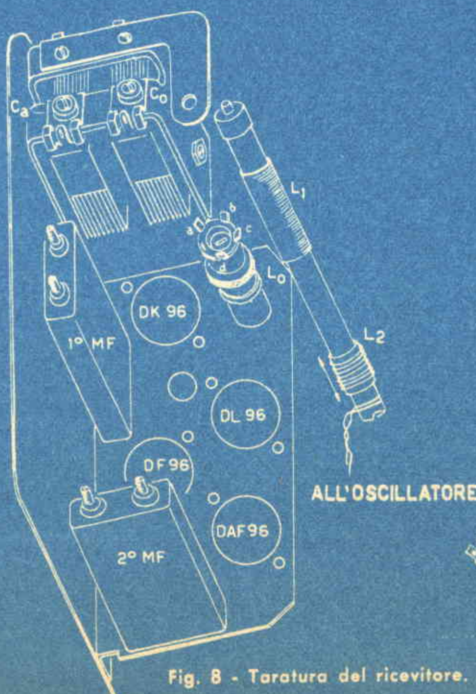


Fig. 8 - Taratura del ricevitore.

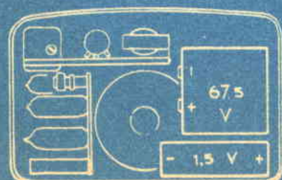
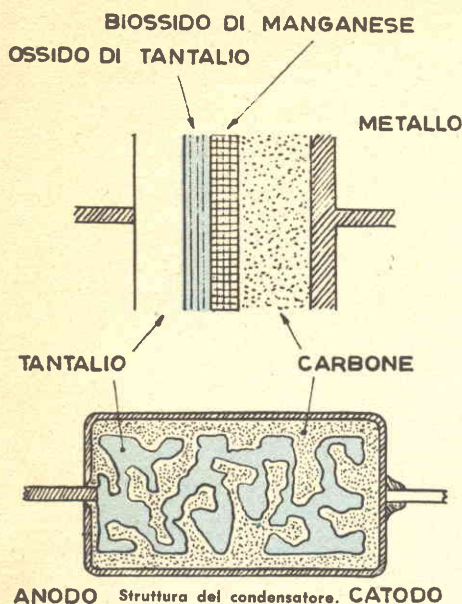


Fig. 7 - Sistemazione delle pile.





Struttura del condensatore.

Note tecnologiche

CONDENSATORI *ELETTROLITICI SOLIDI* AL TANTALIO

I condensatori elettrolitici normali hanno, in rapporto al continuo progresso della tecnica elettronica, delle limitazioni che li rendono non adatti ad alcune applicazioni nei circuiti transistorizzati.

Oltre alle dimensioni di ingombro, che sono sproporzionate, essi sono soggetti ad inconvenienti dovuti ai liquidi elettroliti contenuti nel loro interno.

Infatti ad elevata temperatura l'elettrolitico si essica, a bassa temperatura congela ed inoltre presenta limitazioni insuperabili nell'uso alle alte frequenze.

Dopo lunghi studi e ricerche, i tecnici hanno, oggi, creato un nuovo condensatore elettrolitico solido, che trasforma in altrettanti pregi i difetti e le limitazioni dei normali elettrolitici.

Questo nuovo prodotto è rappresentato dai condensatori elettrolitici al tantalio, nei quali l'elettrolita è stato sostituito da un semiconduttore solido inorganico e quindi non volatile.

La costituzione di questi condensatori è formata da un anodo il quale è di metallo di tantalio. È di forme diverse a seconda delle caratteristiche dei diversi condensatori infatti può essere costituito da un foglio metallico semplice oppure trattato in modo adeguato da avere una superficie molto porosa.

La piú sviluppata ed usata è appunto questa seconda forma perché possiede una altissima capacitanza in rapporto al volume.

Su tale superficie viene formato con bagno elettrolitico uno strato di ossido di tantalio il cui spessore è proporzionale alla tensione di lavoro che sarà destinato al condensatore stesso.

Da questo possiamo subito vedere che la capacitanza dell'elemento in esame è direttamente proporzionale all'area della faccia dell'anodo metallico, ed inversamente proporzionale allo spessore dell'ossido e la tensione di lavoro è proporzionale approssimativamente allo spessore dell'ossido formatosi.

Come già detto, il liquido elettrolitico è costituito da un semiconduttore che in questo caso è ossido di manganese. Infatti viene depositato sulla faccia ossidata uno strato di ossido di manganese che si forma dalla reazione del nitrato di manganese con soluzione acquosa.

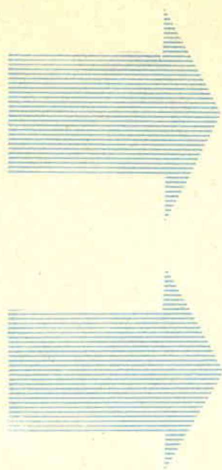
Il perfetto contatto fra lo strato ossido di manganese ed il catodo è costituito da uno strato di carbone applicato in forma liquida.

L'evaporazione dell'acqua ne produce il deposito del carbone in sospensione e questi costituisce oltre ad un ottimo contatto una protezione meccanica fra le piú profonde strutture dello strato ossido ed il catodo.

I condensatori elettrolitici solidi vengono costruiti per tensioni di lavoro di 8 volt per capacità di 5-25-100 microfarad e per potenziali superiori 35 Volt per capacità di 3-5-25 microfarad. Come per gli altri elettrolitici anche per questi condensatori bisogna rispettare le polarità.

*

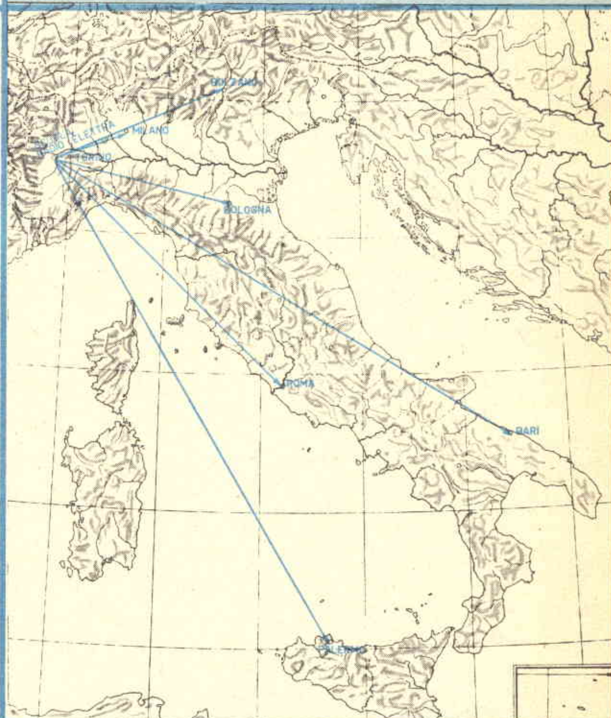
NOVITÀ DALLA SCUOLA

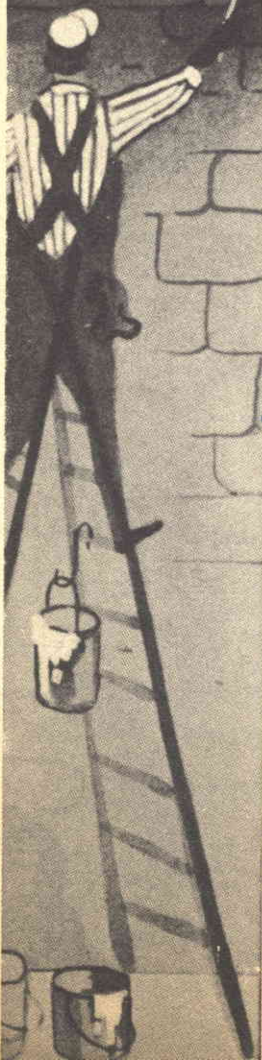


Palermo	. .	24 maggio - 10 giugno
Roma .	. .	26 giugno - 7 luglio
Milano	. .	14/23 settembre
Bari	. . .	7/25 settembre
Bolzano	. .	20/30 settembre

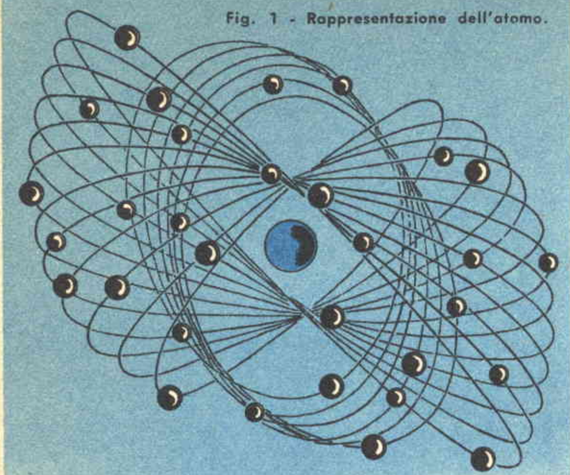
Il numero dello stand od il luogo dove la Scuola Elettra troverà sistemazione, sarà reso noto tempestivamente per ogni manifestazione.

Ecco il programma di massima delle Mostre o Fiere alle quali la Scuola Elettra intende partecipare durante quest'anno. Lo scopo è quello di creare contatti diretti tra Scuola ed Allievi delle varie province d'Italia, onde accrescere ed incrementare quelle relazioni già sviluppate a distanza.





Gli Alunni troveranno la risposta a qualche loro interrogativo e la Scuola conoscerà sempre piú a fondo le varie esigenze e potrà trarne importanti esperienze per rendere sempre piú funzionale ed efficace l'insegnamento. Siamo certi che l'iniziativa, già sperimentata l'anno passato, troverà favore presso gli Alunni e ad essi raccomandiamo vivamente di informare colleghi e amici ai quali potesse interessare un incontro di persona con gli incaricati della Scuola. Purtroppo si sono dovute lasciare, per ora, da parte alcune città e province importanti e simpatiche dove la Scuola annovera molti Alunni, ma ciò è dipeso dalla mancanza di manifestazioni, che richiamino numeroso pubblico, o la concomitanza di esse con altre Fiere. Inoltre siamo ancora in attesa della conferma della assegnazione dello stand ad alcune delle manifestazioni in programma: speriamo non si creino difficoltà e comunque la Scuola farà l'impossibile per essere presente. Tutti gli Allievi che possano proporre la partecipazione a Fiere non elencate e non contemporanee ad esse, faranno cosa gradita se scriveranno alla redazione di Radiorama precisando data e luogo di svolgimento della manifestazione a cui vorrebbero partecipasse la Scuola.


Fig. 1 - Rappresentazione dell'atomo.

Fototubi e Fototransistori

1ª PARTE

L'ÈMISSIONE FOTOELETTRONICA

Quando si sente parlare di emissione di elettroni si pensa subito al fenomeno dell'emissione di elettroni da parte del catodo di un tubo, poiché questo è il tipo piú comune di emissione. Il catodo dei tubi elettronici infatti, quando è portato ad una conveniente temperatura, è in grado, grazie alle sostanze attive su di esso depositate, di emettere, cioè di proiettare attorno a sé con una certa velocità, una quantità piú o meno grande di elettroni, che, attirati dalla placca del tubo, costituiscono la corrente anodica del tubo stesso. Questo fenomeno, che continuamente si manifesta nei nostri ricevitori radio e TV, viene detto *emissione termoelettronica* in quanto è proprio l'elevata temperatura, a cui è portato il catodo, che lo provoca.

L'emissione di elettroni da parte di metalli convenientemente ricoperti da particolari sostanze, che permettono di ottenere una maggior emissione, può essere, però, provocata anche da altre cause, oltre quella già ricordata del calore somministrato all'elemento emittente per portarlo ad elevata temperatura.

La luce, che, come il calore, è una delle tante forme sotto le quali l'energia si presenta, è pure in grado di far emettere elettroni ad un metallo, dando luogo alla cosidetta *emissione fotoelettronica*; questo tipo di emissione, sebbene meno familiare del precedente, è pure sfruttatissimo nelle apparecchiature elettroniche e merita di essere esaminato in modo particolare, per le sue importanti applicazioni.

Per comprendere come tale emissione avvenga, credo sia opportuno far ricorso, piú che a complicate formule matematiche tanto care ai signori fisici, ad alcuni esempi o meglio ad analogie di maggior efficacia intuitiva.

I metalli sono costituiti nel loro intimo, come del resto lo è tutta la materia, da atomi, formati a loro volta da un nucleo attorno al quale ruota un certo numero di elettroni allo stesso modo come i diversi pianeti del sistema solare ruotano attorno al sole. A causa della rapida rotazione, gli elettroni, dotati di massa piccolissima, sono soggetti ad una forza centrifuga che tende ad allontanarli dal nucleo di massa enormemente piú grande; ogni elettrone costituisce però una carica negativa mentre il nucleo è formato da piú cariche positive, esattamente tante quanti sono gli elettroni che ruotano attorno ad esso: quindi ogni elettrone è attratto al nucleo da una forza elettrica (la famosa legge di Coulomb per cui cariche di segno opposto si attraggono). Tutto è congegnato in modo tale che le due forze, centrifuga e di attrazione, si fanno equilibrio e gli elettroni possono continuare a ruotare senza né allontanarsi né avvicinarsi al nucleo, ma seguendo indisturbati la loro orbita (*fig.* 1).

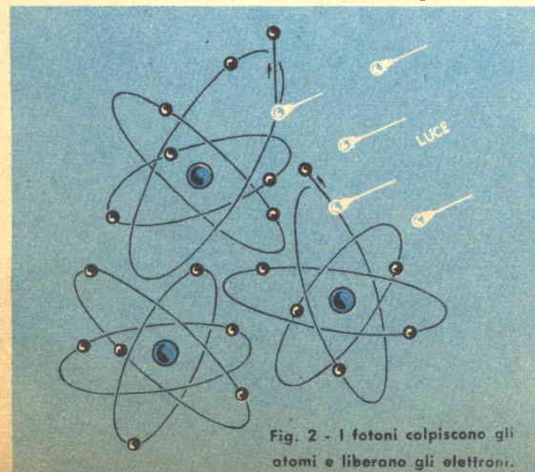


Fig. 2 - I fotoni colpiscono gli atomi e liberano gli elettroni.

Immaginato, cosí, l'atomo formato da una grossa pallina rossa (*nucleo*) e da tante palline nere piú piccole (*elettroni*) in continuo movimento attorno ad esso, rimane facile estendere l'immaginazione e pensare ad una infinità di questi atomi, uno vicino all'altro; tale infatti apparirebbe la superficie di un qualsiasi oggetto se con un irreale microscopio lo si potesse ingrandire tanto da poterne vedere i nuclei e gli atomi.

Questa rappresentazione non è ancora completa: per essere piú esatti occorre ancora immaginare uno scambio di elettroni tra un atomo e quelli vicini. Per interazione tra i diversi atomi, gli elettroni, che ruotano piú lontano dal nucleo, possono saltellare da un atomo all'altro seguendo una legge casuale. Questo fenomeno si manifesta solo nei materiali conduttori e sono proprio questi atomi *liberi* che, attirati da forze-elettro-motrici, fluiscono tutti in un determinato senso costituendo la corrente elettrica.

La velocità con cui gli elettroni liberi compiono tale movimento disordinato è tanto maggiore quanto maggiore è la temperatura del metallo: è quindi facile pensare come si possa, portando il metallo ad una temperatura opportuna, far sí che la velocità degli elettroni liberi sia tale che parecchi di essi riescano a vincere le forze che li trattengono al nucleo e a fuoruscire cosí dal metallo stesso. Ecco spiegato come avvenga l'emissione di elettroni per effetto della temperatura, cioè come avvenga l'emissione termoelettronica.

Ed ora facciamo un passo avanti e vediamo come si possa immaginare l'altra forma di energia, la luce, per comprendere come essa possa pure provocare l'emissione di elettroni.

La luce si può pensare sotto due forme diverse secondo le teorie corpuscolare ed elettromagnetica. Esperienze fisiche dimostrano che la luce altro non è che una delle tante forme sotto cui si presenta l'energia: basti infatti pensare che esponendo un qualsiasi oggetto alla luce solare questo assorbe l'energia dei raggi solari e si riscalda notevolmente. Questo fenomeno porta a pensare che i raggi luminosi siano costituiti da un numero grandissimo di piccolissime palline, chiamate *fotoni*, ciascuna delle quali non è fatta di materia, ma di energia. Tali palline viaggiano alla velocità della luce (ben 300.000 km al secondo!) portando ognuna una ben determinata quantità di energia, esattamente calcolabile.

Altre esperienze permettono invece di misurare, con grandissima precisione, la lunghezza d'onda della luce, per cui la luce può essere pensata come una onda elettromagnetica.

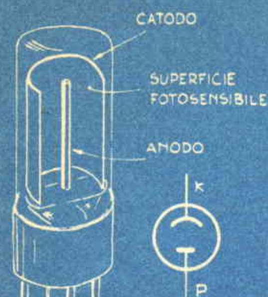


Fig. 3 - Vista interna di un fototubo e suo simbolo.

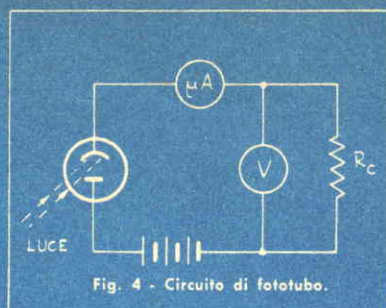


Fig. 4 - Circuito di fototubo.

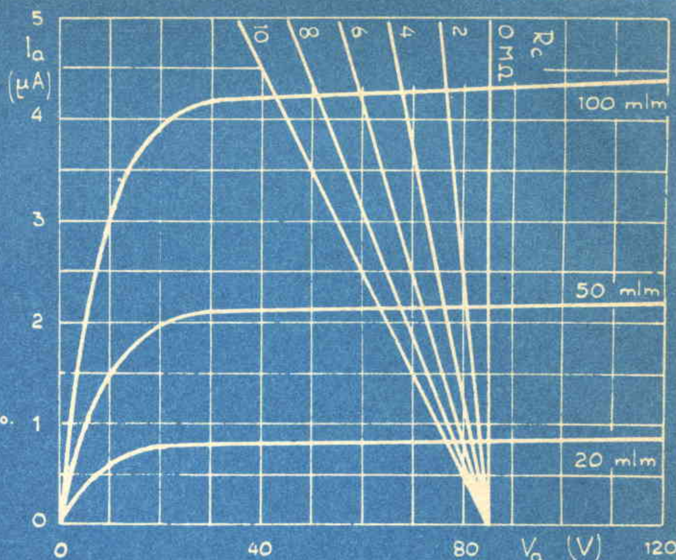


Fig. 5 - Caratteristiche di fototubo a vuoto.

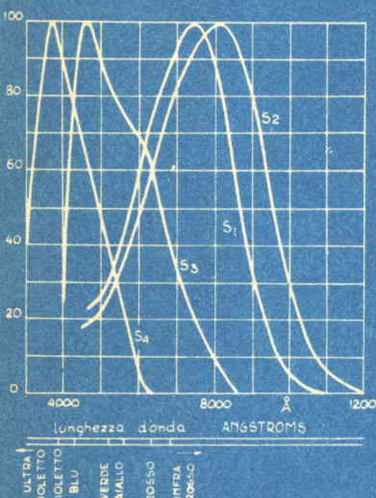


Fig. 6 - Caratteristiche di sensibilità dei diversi tipi di fototubi.

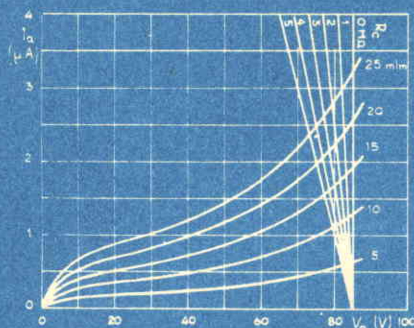


Fig. 7 - Caratteristiche di fototubo a gas.

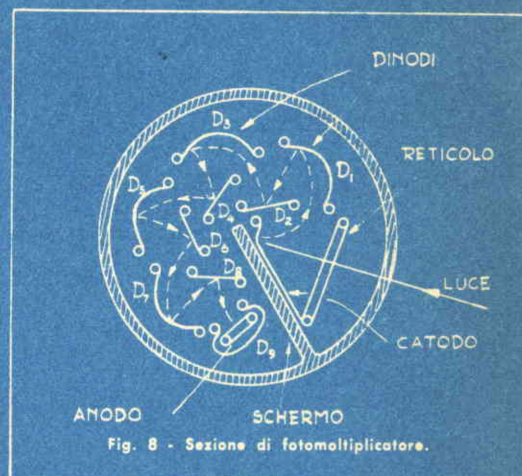


Fig. 8 - Sezione di fotomoltiplicatore.

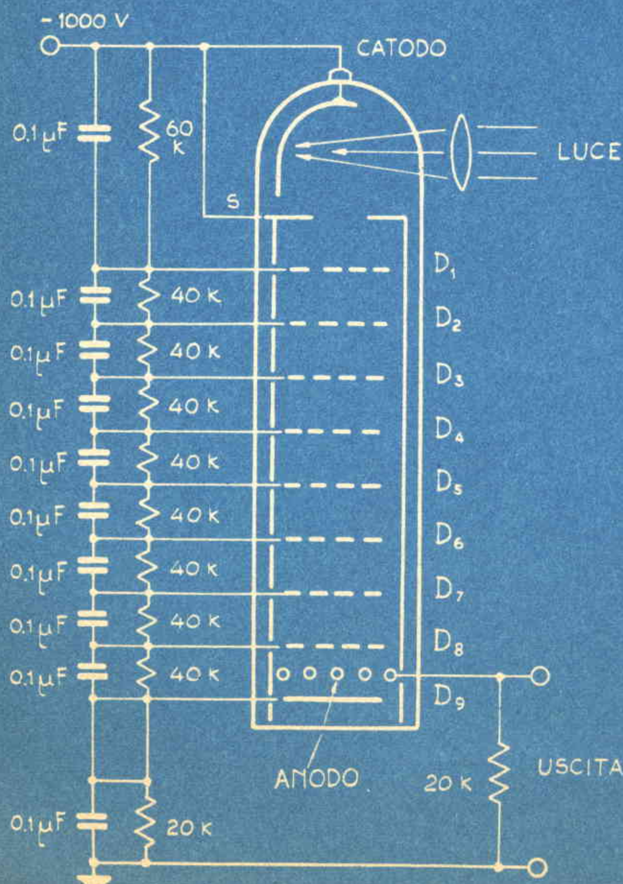


Fig. 9 - Connessione di fotomoltiplicatori.

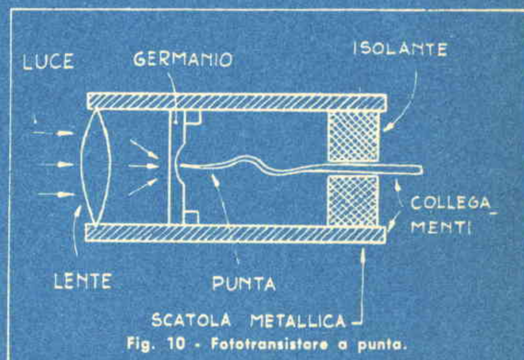


Fig. 10 - Fototransistore a punta.

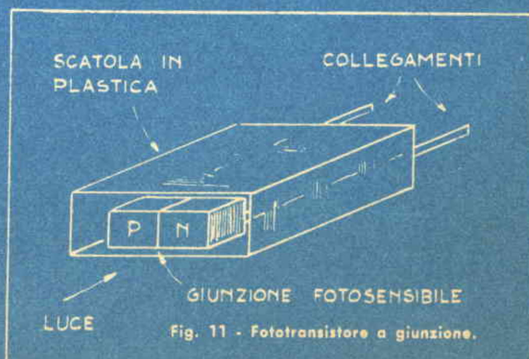


Fig. 11 - Fototransistore a giunzione.

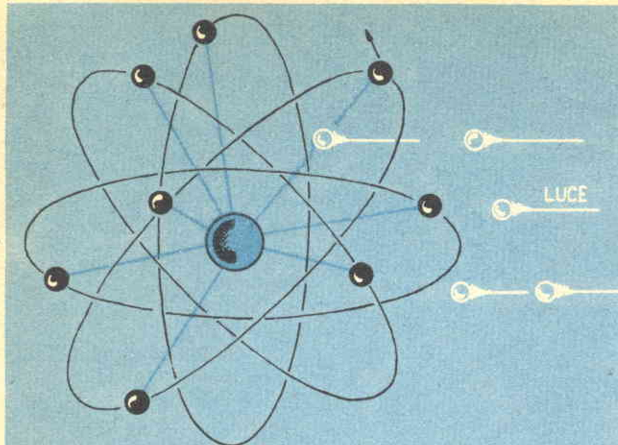


Fig. 12 - I fotoni rompono i legami degli elettroni.

La lunghezza d'onda risulta estremamente piccola e da essa dipende il colore della luce: man mano che la lunghezza d'onda diminuisce si passa dai raggi infrarossi, non visibili, al rosso e via di seguito fino al violetto susseguendosi i vari colori con lo stesso ordine che hanno nell'arcobaleno, giungendo infine ai raggi ultravioletti, pure invisibili.

La luce bianca comprende radiazioni di tutti i colori e può essere facilmente scomposta facendola passare attraverso un prisma di vetro, ottenendo cosí lo smagliante arcobaleno.

Ritornando alla superficie del metallo, che già prima era stata presa in considerazione, e pensando la luce costituita da fotoni, vediamo che cosa capita se tale superficie viene colpita da un raggio di luce (*fig.* 2).

I fotoni (*palline bianche*) giungendo sugli atomi del metallo, colpiranno con violenza (la loro velocità è elevatissima) gli elettroni (*palline nere*) ed i nuclei (*palline rosse*). Quest'ultimi hanno una massa elevata e non si scompongono: assorbono i fotoni, la cui energia serve cosí ad aumentare la temperatura degli atomi; gli elettroni invece, di massa piccolissima verranno proiettati fuori della loro orbita e, se la velocità che essi acquistano è sufficientemente grande, lasciano definitivamente la superficie del metallo: questo è il meccanismo dell'emissione fotoelettronica, visto naturalmente in forma molto semplice.

Il fenomeno dell'emissione elettronica fu notato per la prima volta da Hertz nel lontano 1887, ma fino al 1928 non rimase che una curiosa esperienza fisica. L'avvento dei fototubi e la loro produzione su scala commerciale permise di sfruttarlo in un'infinità di applicazioni.

FOTOTUBI

Il fototubo, che viene anche chiamato fotocellula o cellula fotoelettrica, si presenta a prima vista come un normale tubo elettronico. La sua struttura interna è molto semplice essendo esso costituito da due soli elettrodi: uno, in genere ricurvo e di dimensioni alquanto ampie, forma il catodo, cioè l'elettrodo negativo, mentre l'altro, di dimensioni molto piccole, normalmente ridotto ad una sola asticciola cilindrica, forma l'anodo, cioè l'elettrodo positivo (*fig.* 3).

Il catodo, come nei tubi elettronici, è l'elettrodo che emette gli elettroni e perché l'emissione avvenga in quantità tale da servire per gli scopi pratici, occorre che su di esso venga depositata della sostanza opportuna, in questo caso fotosensibile, in quanto la sola emissione di un metallo qualsiasi non sarebbe sufficiente. Gli elementi che dànno maggior emissione fotoelettronica sono i metalli alcalini come il sodio, il potassio, il litio, il cesio, ecc.

La preparazione del catodo è tutt'altro che semplice e richiede lavorazioni delicate. I metodi piú usati sono quelli che partono da un catodo di nichel sul quale vengono depositate le sostanze attive nel modo seguente: fatto il vuoto nel bulbo si immette in esso una quantità opportuna della sostanza che si vuol depositare sul catodo, quindi la si riscalda, in genere per induzione a radio frequenza, fino a farla evaporare; tali vapori venendo a contatto con la superficie del catodo vi si depositano. Il procedimento è delicato, ma riesce molto bene: in questo modo si fa dapprima un leggerissimo strato di argento sul catodo, quindi si deposita il cesio, oppure prima si fa uno straterello di antimonio e poi di cesio o altro metallo alcalino. Fatto di nuovo il vuoto nell'ampolla per estrarre i vapori residui, si chiude il bulbo ed il fototubo è pronto.

In *fig.* 4 è riportato lo schema di collegamento di un fototubo: se sul catodo non giunge luce, cioè si trova al buio completo, pur applicando la tensione anodica V, il microampermetro non accusa passaggio di corrente. Se, invece, si fa pervenire un raggio di luce di una certa intensità sulla parte sensibile del catodo e quindi si applica una tensione anodica gradualmente crescente, si vedrà che la corrente indicata dallo strumento aumenterà dapprima fino ad un certo valore di saturazione quindi non aumenterà piú anche se la tensione anodica viene ancora aumentata. Tale valore di saturazione non dipende quindi dal valore della tensione anodica, ma solo dall'intensità della luce che colpisce il catodo. Per essere piú esatti esso dipende dal flusso luminoso, la cui unità di misura è il lumen (*simbolo lm*), il quale a sua volta dipende dall'intensità della luce e dalla superficie del catodo. Per avere un'idea di quanto possa essere il flusso di 1 lumen basti pensare che una lampadina da 10 W, racchiusa in una sfera, produce su tutta la superficie interna della sfera un flusso luminoso di circa 100 lm.

In pratica il catodo di un fototubo non può essere molto grande, al massimo qualche cm^2, per cui con le normali intensità di luce si sfruttano flussi luminosi dell'ordine di qualche centinaio di mlm (= *millilumen* = 1/1000 di lumen).

Misurando i valori della corrente anodica per diversi valori della tensione anodica V e mantenendo costante il flusso luminoso sulla superficie del catodo, si possono tracciare le caratteristiche anodiche di un fototubo, che risultano assai simili a quelle di un pentodo, come si può vedere in *fig.* 5, dove le curve sono tracciate per diversi valori del flusso luminoso.

Su tali caratteristiche sono pure segnate le rette inclinate (*rette di carico*) per diversi valori di R_c: da esse si vede ad esempio che per $R_c = 10\ M\Omega$ (prima retta a sinistra) con tensioni di alimentazione di 85 V, si ha una corrente di 0,85 μA quando il flusso luminoso è di 20 mlm, mentre se questo sale a 100 mlm la corrente diventa di 4,2 μA.

La corrente anodica, e quindi la caduta di tensione che si ha ai capi di R_c, aumenta in proporzione al flusso luminoso e quindi indirettamente, essendo la superficie del catodo sempre la stessa, in proporzione all'intensità della luce che colpisce il catodo.

Se l'intensità della luce varia, varia pure la corrente e la tensione ai capi di R_c, allo stesso modo che in un tubo elettronico varia la tensione di placca e la corrente anodica quando varia la tensione applicata alla griglia pilota: si può quindi dire che la luce per un fototubo compie lo stesso compito della tensione pilota applicata alla griglia di un tubo.

Un'altra caratteristica importante per un fototubo è la sua sensibilità al colore della luce, caratteristica che dipende esclusivamente dalla composizione della sostanza attiva depositata sul catodo. Non si può in pratica fare in modo che un fototubo sia sensibile ad un solo colore di tonalità voluta, ma si ottiene una discriminazione dei colori come si vede dalle curve di *fig.* 6, rappresentanti le quattro diverse caratteristiche dei fototubi che normalmente si trovano sul mercato. Il colore della luce, come già si è accennato, dipende dalla lunghezza d'onda λ: essendo questa piccolissima, si è soliti misurarla in *angstrom*, il cui simbolo è A, e corrisponde ad 1/10 di milionesimo di millimetro. Ad esempio si ha per il rosso $\lambda = 6307$ A, per il verde $\lambda = 5286$ A e per il

blu λ=4357 A. Alle lunghezze d'onda maggiori di 8000 A appartengono i raggi infrarossi, al di sotto di 4000 A si hanno i raggi ultravioletti, entrambi non visibili, mentre la luce visibile dall'occhio umano è compresa tra 4000 e 8000 A.

Fatta questa breve parentesi sulle lunghezze d'onda dei colori, si può vedere come il tipo S1 abbia la massima sensibilità per λ=7500 A, quindi nel campo del rosso; il tipo S2 nel campo dei raggi infrarossi; il tipo S3 nel campo del violetto (4500 A); il tipo S4 nel campo dell'ultravioletto. I tipi S1 ed S3 sono quindi sensibili a radiazioni visibili, mentre S2 ed S4 sono sensibili a radiazioni invisibili.

FOTOTUBI A GAS

La sensibilità di un fototubo è alquanto piccola, per cui si è cercato di aumentarla in diversi modi, uno dei quali consiste nel riempire il bulbo di gas inerte a bassissima pressione. Le molecole del gas, che sono l'insieme di parecchi atomi e quindi si possono pensare come costituite da parecchi nuclei con i relativi elettroni, vengono a trovarsi nello spazio compreso tra il catodo e l'anodo, cioè esattamente sul tragitto percorso dagli elettroni emessi dal catodo ed attirati dall'anodo. Esse sono, cosí, continuamente urtate dagli elettroni e, se l'urto è sufficientemente violento, qualche elettrone si stacca dalle molecole gasose e contribuisce ad aumentare il flusso elettronico del fototubo.

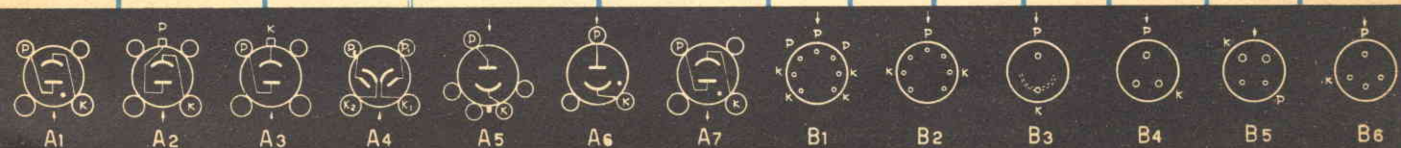
Il fenomeno per cui una molecola perde uno o piú elettroni è detto *ionizzazione* del gas: a causa della ionizzazione non si ha piú una molecola elettricamente neutra, ma un elettrone, cioè una carica negativa, che viene attirato dall'anodo, ed un ione positivo, costituito dalla molecola alla quale si è tolta una carica negativa e quindi possiede una carica positiva. Questo ione viene allora attratto dal catodo e quando lo urta sprigiona da esso nuovi elettroni: l'effetto di avere un maggior numero di elettroni è quindi duplice.

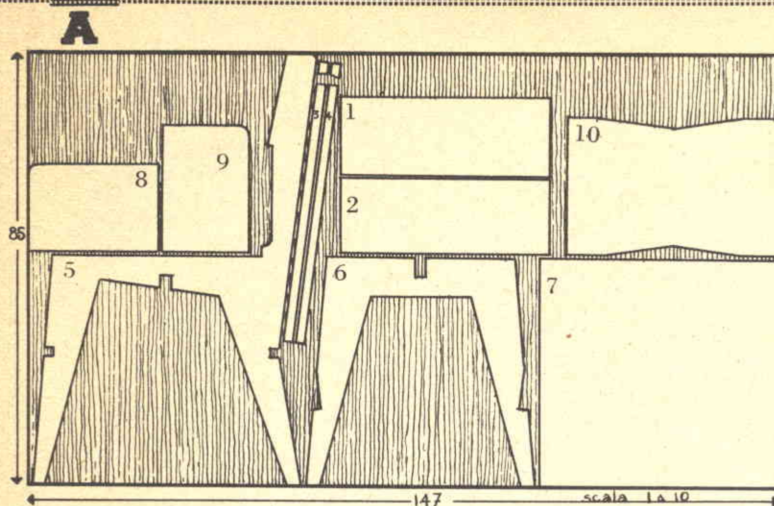
Le caratteristiche di un fototubo a gas sono riportate in *fig.* 7: da esse si vede chiaramente come per tensioni anodiche basse, per cui la velocità degli elettroni è ancora piccola e non sufficiente a produrre la ionizzazione, la corrente raggiunga il valore di saturazione come per i fototubi a vuoto. Per tensioni superiori a 30-40 V la velocità degli elettroni è già sufficiente a ionizzare il gas ed allora la corrente riprende ad aumentare. Il guadagno di corrente che si può ottenere, a parità di tensione anodica e di flusso luminoso, è di circa 4-5 volte.

Il vantaggio di una maggior sensibilità si paga però con altre deficienze rispetto ai fototubi a vuoto: infatti occorre alimentare il fototubo a gas con tensioni anodiche minori per evitare che si inneschino scariche nel gas, che danneggerebbero la sostanza fotoattiva; inoltre, poiché la ionizzazione del gas non è istantanea, ma ri-

(*continua a pag.* 26)

Sigla	Tipo	Costruzione	Uso raccomandato	Sensibilità spettrale	Sensibilità luminosa	Tensione anodica	Corrente anodic massima	Resistenza di carico	Capacità interelettrodica	Temperatura massima	Connessioni zoccolo
					μA/lm	V	μA	MΩ	pF	°C	
868	GAS	RCA	Riproduzione suono	rosso	65	90	20	—	2,5	100	A-1
917	VUOTO	RCA	Relè e misure	infrarosso	20	500	30	10	2,0	100	A-2
918	GAS	RCA	Riproduzione suono	infrarosso	110	90	20	4	2,5	100	A-1
919	VUOTO	RCA	Relè e misure	infrarosso	20	500	30	10	2,0	100	A-3
920	GAS	RCA	Riproduzione suono	rosso	75	90	10	4	1,5	100	A-4
921	GAS	RCA	Riproduzione suono	infrarosso	100	90	20	4	1,0	100	—
922	GAS	RCA	Riproduzione suono	infrarosso	20	500	30	10	0,5	100	—
923	GAS	RCA	Riproduzione suono	infrarosso	100	90	20	4	2,0	100	A-1
924	GAS	RCA	Relè	rosso	55	90	15	2,5	2,5	100	—
925	VUOTO	RCA	Relè	rosso	15	250	20	1	1,0	100	A-5
927	VUOTO	RCA	Colorimetria	violetto	6,5	500	20	10	0,5	100	—
923	GAS	RCA	Riproduzione suono	rosso	75	90	2	0,1	2,0	100	A-6
929	VUOTO	RCA	Relè e misure	ultravioletto	45	250	20	1	2,5	50	A-5
930	GAS	RCA	Riproduzione suono	infrarosso	100	90	20	4	2,5	100	A-5
58CV	VUOTO	PHILIPS	—	rosso	20	50	3	1	3,0	100	—
90AV	VUOTO	PHILIPS	—	blu	45	85	1,25	1	0,7	70	B-1
90CV	VUOTO	PHILIPS	—	rosso	20	50	3,0	1	1,1	100	B-2
3545	VUOTO	PHILIPS	—	rosso	25	90	5,0	1	2,0	100	B-3
58CG	GAS	PHILIPS	—	rosso	108	85	1,5	1	3,0	100	—
90AG	GAS	PHILIPS	—	blu	130	85	0,6	1	0,7	70	B-1
90CG	GAS	PHILIPS	—	rosso	125	85	0,7	1	1,1	100	B-2
3546/PW	GAS	PHILIPS	—	rosso	150	90	2,0	1	2,0	100	B-4
3554	GAS	PHILIPS	—	rosso	150	90	2,0	1	3,4	100	B-5





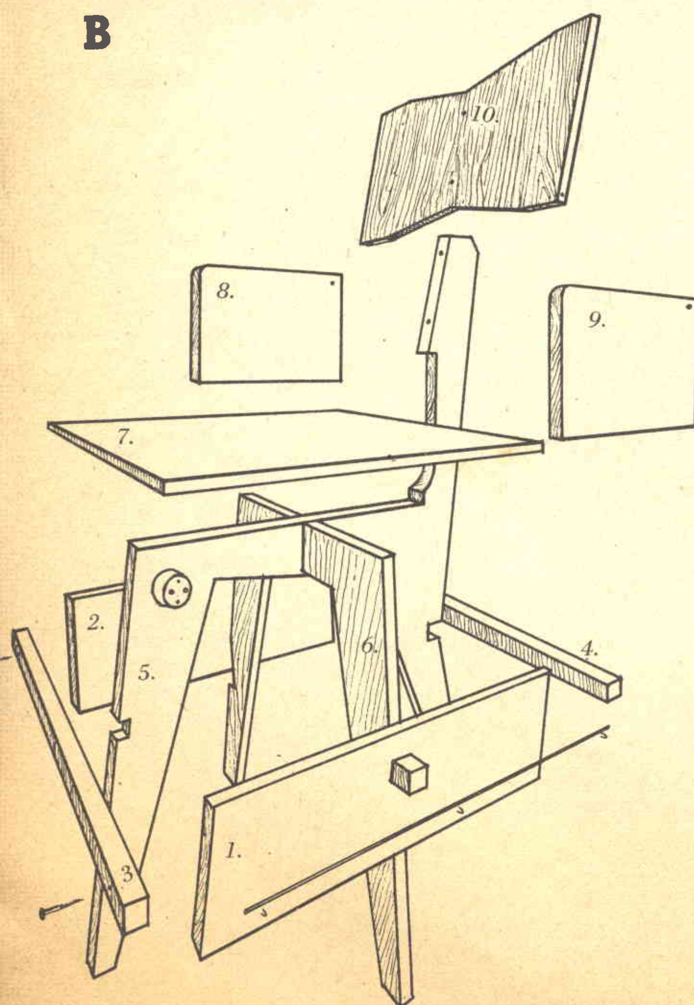
SOLTANTO con:

L. 3.125 per un foglio di paniforte
\+ L. 155 per un barattolo di colla
\+ L. 120 per un tubetto di stucco

= L. 3.400

potrete costruire una comoda sedia per il vostro LABORATORIO

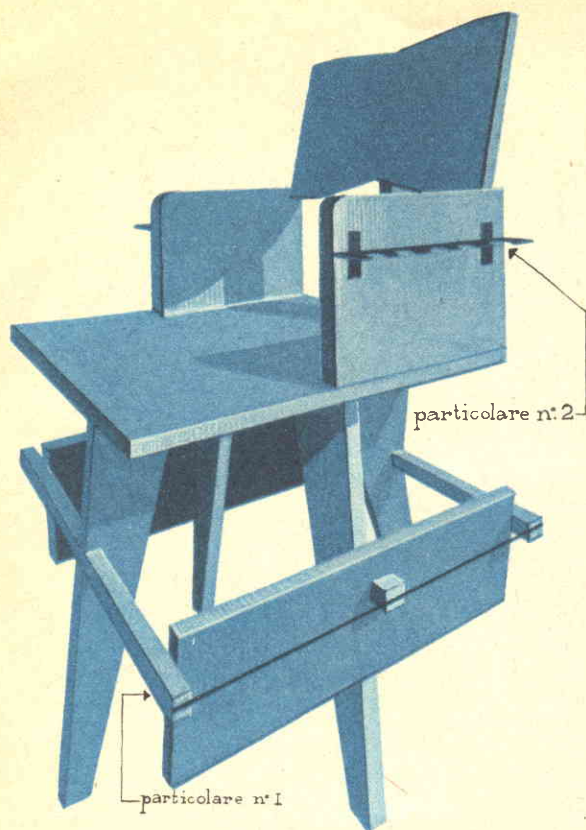
imparate a costruire una SEDIA... ELETTRICA!...



Comperate un foglio di paniforte (tipo speciale di compensato con traversine interne di legno), dello spessore di cm 2, avente le seguenti misure: centimetri 147×85, cioè una superficie totale di m² 1,25. Il costo del paniforte di questo tipo è di L. 2.500 al m²: pertanto il costo del foglio nella misura indicata, è di L. 3.125.

Il disegno A (alla scala di 1/10) dovrà essere ingrandito 10 volte per ottenere il disegno dei particolari della sedia a grandezza naturale. Per questo ingrandimento si possono utilizzare due metodi: o con un comodo pantografo, oppure, in mancanza del pantografo, col sistema dei quadratini comunemente utilizzati per ingrandimenti. È necessario porre molta attenzione a seguire le misure esatte del primo disegno. Per maggiore esattezza vi diamo una spiegazione piú semplice. Riferendoci sempre al disegno A, in alto a sinistra, avremo: dove segnato con n. 1 e 2 saranno due rettangoli di cm 41×15, il n. 3 e il n. 4 saranno due asticelle della misura di cm 51×2 x lo spessore del foglio di paniforte; il n. 5 sarà il sagomato principale della sedia e le proporzioni dovranno essere rispettate; il n. 6, uguale al n. 5 co-

C

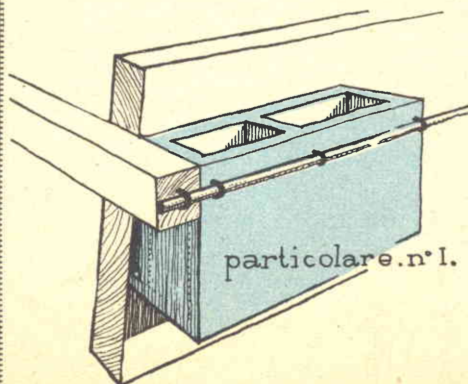


stituirà il pezzo complementare della struttura; il n. 7 della superficie di cm 47×45 servirà da sedile; il n. 8 ed il n. 9 di cm 25×17 avranno un angolo leggermente arrotondato e dovranno servire da braccioli della sedia. Il n. 10 nella misura di cm 42×17 sarà invece lo schienale.

Una volta che il disegno sarà riprodotto direttamente a matita e nelle misure indicate sul foglio di paniforte, bisognerà ritagliarlo seguendone i minimi particolari.

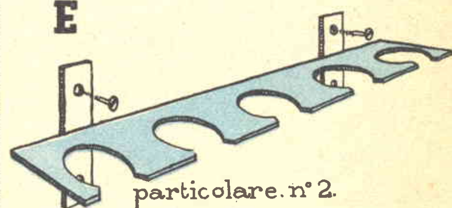
Dal disegno B si potrà capire, tramite i numeri combacianti col disegno A, i punti esatti dove dovranno essere collocati i vari pezzi. Prima di fissarli in modo definitivo è comunque consigliabile applicare sui punti di congiungimento una pennellata di colla *vinavil* a freddo, che si può trovare presso qualsiasi colorificio o cartoleria, al prezzo di lire 155 per piccoli barattoli. È pure consigliabile, dove possibile, unire i vari pezzi oltre che con la colla anche con vitine e chiodi.

D



Sui lati esterni dei braccioli si potranno fissare piccole rastrelliere, come da disegno E nel particolare n. 2, che serviranno da sostegno a pinze, martello, cacciaviti, tronchesini, o quanto altro di utile che è bene avere sottomano.

E



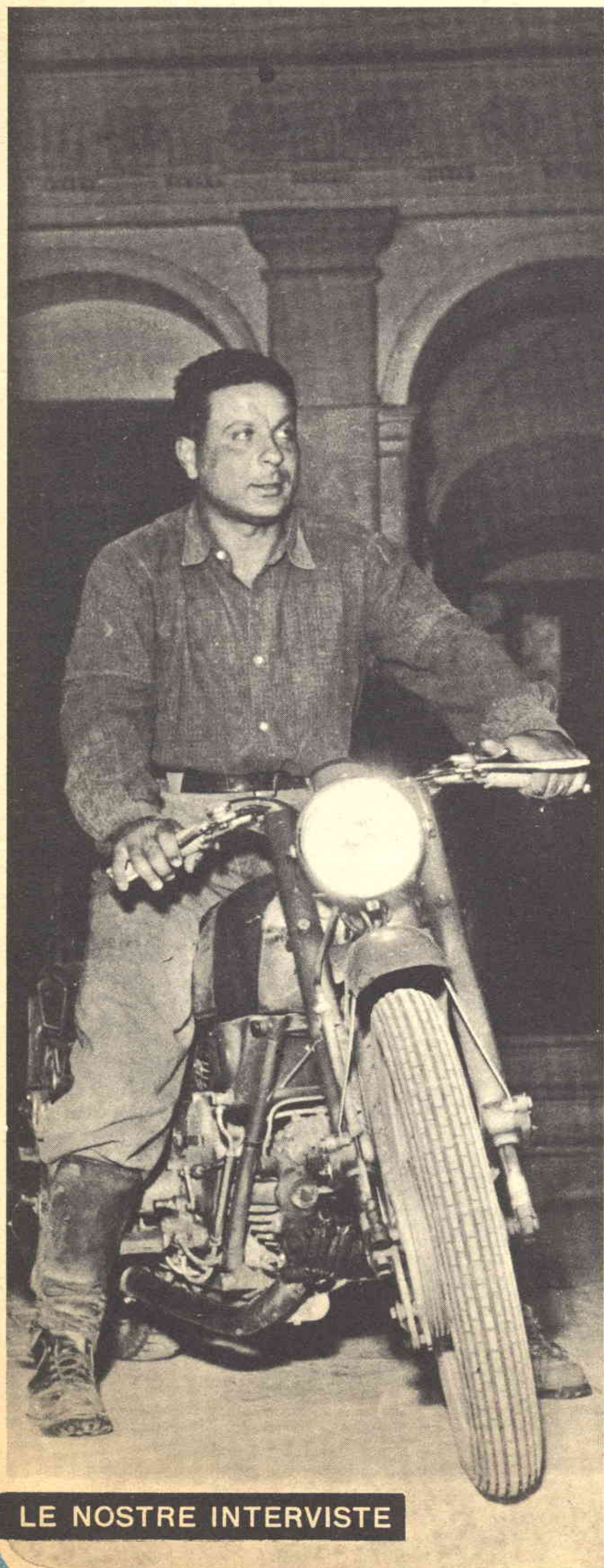
Una volta che la sedia sarà montata, lasciarla asciugare per completo assestamento, almeno ventiquattr'ore; quindi, previa leggera stuccatura (con stucco francese che si trova a L. 120 il tubetto), verniciare con smalto sintetico o cementite.

Sulla gamba anteriore del pezzo n. 5 (fig. B) si fisserà una presa a muro di corrente per l'innesto del saldatore elettrico o del trapano elettrico.

Tra i tiranti anteriori e posteriori potremo inserire un pezzo di tondino del diametro di 5 mm, che, come da disegno C, ci servirà quale sede per saldatore, trapani, ecc. Nella stessa sede del tondino indicato si potrà inserire una scatoletta — come visibile nella figura D, particolare n. 1 — utile come portachiodi, viti, ecc.

arch. L. MAGGIORA

Laboriose vacanze al prof. Nerilli



LE NOSTRE INTERVISTE

Il signor Nerilli Arnaldo è professore di matematica e si è laureato a Napoli. Insegna a Campobasso, dove abita con la famiglia, in via Monforte, al numero 4.

Via Monforte è alla periferia di Campobasso, in un quartiere nuovo, formicolante di bambini, ordinato e pulito. Dietro ai nuovi palazzi si staglia la mole antica di Castelmonforte. Stiamo aspettando all'aperto l'arrivo del professore andato in campagna, dove conduce macchine agricole per conto di terzi, nel periodo delle vacanze, naturalmente.

Ed eccolo giungere rombando sopra una motocicletta. È un uomo attivo, ricco di energia, di molteplici interessi. Ha trent'anni, moglie e due figli. Lo stipendio di insegnante alle scuole di avviamento industriale non è sufficiente per vivere e il professor Nerilli alle lezioni private preferisce il lavoro all'aria aperta. Eccolo quindi occuparsi di trebbiatura, di messi, di falciatura. Il contatto con la vita all'aria aperta gli abbronza il volto e rende, per contrasto, piú vivi i grandi occhi di uomo intelligente e volitivo. Le mani sono forti, da lavoratore, la fronte larga da studioso.

Sono queste due qualità, l'intelligenza raziocinante e la necessità quasi fisica di lavorare, che fanno di Arnaldo Nerilli un personaggio di eccezione.

Al lavoro, che a volte è pesante, ma mai fastidioso, e che egli accetta con gioia, il professor Nerilli alterna quelli che egli definisce i suoi svaghi. Questi svaghi consistono, da tanti anni ormai, in uno sport che è la caccia e nell'approfondire le conoscenze in due campi, tutt'altro che facili: la cinematografia e lo studio della radioelettronica. Nel campo della cinematografia il professor Nerilli si diletta di compiere riprese di scene di vita, di caccia, di lavoro, con un apparecchio da 8 mm; piccoli documentari che proietta la sera in famiglia.

Ma dove punta piú vivo il suo interesse è indubbiamente il campo della radioelettronica. È radioamatore da molti anni, ma sono sei mesi soltanto che ha deciso di iscriversi ai Corsi di Radio Elettra, conscio anche — cosí afferma — che le sue conoscenze teoriche in materia possano essergli di valido aiuto.

« Non trovo nessuna difficoltà e mi sembra che chiunque, basandosi sui testi della Scuola, possa essere in grado di costruirsi da sé, tanto un apparecchio radio, quanto un televisore. È logico che chi non ha una precedente preparazione teorica dovrà applicarsi con maggiore intensità. Ma quando le lezioni sono chiare, quando l'istruttore, che è lontano, risponde alle domande dell'allievo con sollecitudine e gli dà tutti quei consigli che sono necessari per trarlo da un eventuale errore, io ritengo che chiunque, dotato di un minimo di buona volontà, di intelligenza e di applicazione, debba giungere in porto con una certa facilità... »

Con le vacanze il professor Nerilli avrà maggiore tempo a disposizione per dedicarsi al suo studio prediletto. Finiti i lavori delle campagne, riapertesi le scuole, la sera, e nel silenzio della sua casa, metterà a punto l'apparecchio per il quale riceve puntualmente le lezioni del corso.

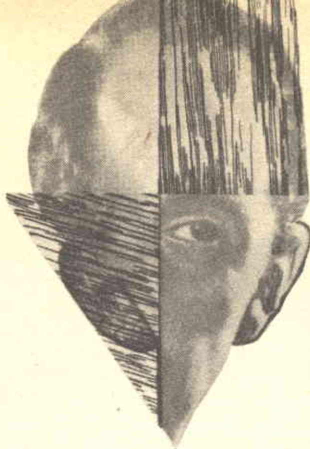
I suoi progetti per il futuro sono quanto mai ricchi. Vorrebbe far tante cose. Fra le altre applicarsi anche nel campo della radiotelegrafia, che gli servirebbe unicamente come un approfondimento pratico di quella istruzione teorica che già possiede. Ma, in materia, lo troviamo un poco perplesso. Afferma che ci sarebbe la necessità di una maggiore libertà per i dilettanti, sia per le licenze che per la costruzione di apparecchi.

Sospende subito questo discorso, che si farebbe complicato e contorto, tanti sono i problemi e le difficoltà in quel campo.

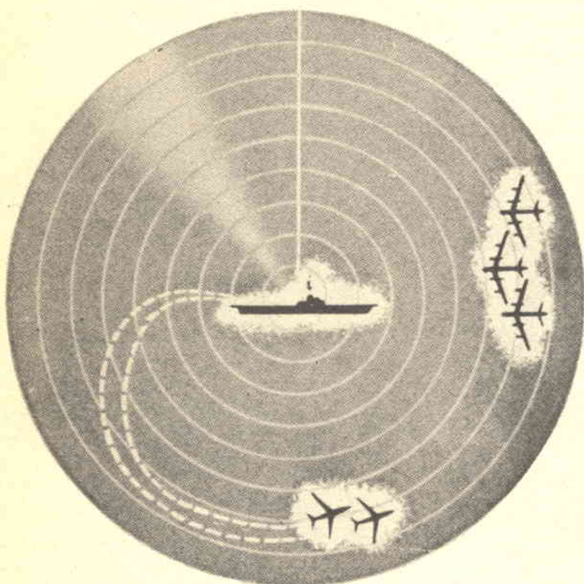
« Costruire un televisore, conclude sorridendo, è molto piú a portata di mano. E, certamente, piú soddisfacente!... »

GIULIO GHEZZI

il RADAR



1ª PARTE



Alla fine della seconda guerra mondiale, col ritorno alla normalità delle comunicazioni tra i paesi sino allora divisi, il mondo vide stupefatto schiudersi i velari che, per ovvie ragioni militari, avevano sino allora nascosti i progressi scientifici, progressi che possono essere definiti senza tema di smentita i piú grandi mai realizzati in cosí breve lasso di tempo.

Essi furono raggiunti in tutti i piú disparati campi dello scibile, dalla biologia alla fisica atomica.

Il pubblico di tutti i paesi vide realizzati, anche se sotto forma di ordigni di guerra, quelli che da secoli erano sogni e fantasie di poeti. Il grande sviluppo conseguito dall'elettronica si manifestò principalmente nel campo delle microonde, con l'apparire, quale conseguenza logica, del radar. Infatti questo dispositivo venne realizzato per la radio-intercettazione e localizzazione di un obiettivo, sia esso fermo che in movimento.

La nuova tecnica delle microonde ebbe cosí un impulso e furono enormi i progressi nella produzione e nella utilizzazione di onde sempre piú decimetriche.

Lo sviluppo del radar prima, e delle sue varie applicazioni del tempo di pace richiesero la soluzione di problemi, che risolvessero in un felice connubio le prestazioni delle onde estremamente corte con le grandi potenze messe in gioco. Tali soluzioni, come vedremo piú sotto, permisero cosí la realizzazione di questa meravigliosa e complessa macchina elettronica.

Prescindendo dagli immensi servigi che il radar ci offre vediamo ora, in queste brevi note, quali siano l'essenza, la forma e le caratteristiche di questa scoperta lasciando, a chi vorrà approfondirsi tecnicamente, con una piú estesa documentazione sulle diverse parti di tale argomento, il ricorrere a lavori citati nella bibliografia ed altri autorevoli autori.

PRINCIPIO DELLA RADIO LOCALIZZAZIONE CON RADAR

La velocità delle radioonde nell'aria coincide praticamente con quella della luce nel vuoto. La conoscenza di questa velocità ci permette, quindi, la misura di distanze con una accuratezza che dipende unicamente dalla precisione della misura del tempo impiegato da una radioonda a percorrere le distanze stesse.

I tempi da misurare sono estremamente brevi, ma la tecnica elettronica offre il mezzo di effettuare comodamente tali misure servendosi di dispositivi praticamente privi di inerzia. Il radar è uno strumento che misura la velocità delle radioonde, sfruttando il fenomeno della diffusione di energia per la rivelazione dell'ostacolo e per la determinazione della distanza da esso.

In linea di principio il radar consiste di un trasmettitore e di un ricevitore affiancati, muniti di un'antenna direttiva, il tutto facente capo ad un indicatore elettronico (*fig.* 1).

Emettendo un treno di radioonde assai breve, ossia un impulso di energia, questo viaggia nello spazio con la velocità della luce, come piú sopra detto.

Quando questo fascio di radioonde investe un ostacolo si ha una riflessione di energia, una frazione della quale, con forma del tutto simile a quella inviata, ritorna al radar dove è raccolta dal ricevitore.

Questa eco giunge con un certo ritardo rispetto all'istante di partenza, ritardo che ci permette di localizzare il nostro ostacolo. All'uscita il ricevitore è collegato all'indicatore elettronico il quale ci dà modo di conoscere direttamente la distanza interposta fra di noi e l'eventuale ostacolo.

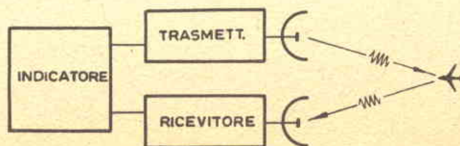


Fig. 1

L'indicatore elettronico, costituito da un tubo catodico del tutto simile a quello dei ricevitori di televisione, utilizza un sottile pennello di raggi catodici che cadono su di uno schermo, il quale, nel punto in cui viene colpito, diventa fluorescente.

Questo pennello può essere deviato per azione di un campo elettrico o magnetico in modo che percorra lo schermo con velocità costante lasciando una traccia luminosa detta *asse dei tempi*.

La precisione nella misura del tempo dipende quindi da due fattori: la stabilità di frequenza del generatore dell'asse dei tempi e la costanza della velocità della macchia catodica sullo schermo.

L'attuale tecnica ci garantisce questi fattori in modo da poter rilevare il centomilionesimo di secondo.

Su questi princìpî sono basati gli apparecchi radiotelemetrici noti col nome di Radar.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL RADAR

I radar sono dispositivi elettronici che fanno uso di onde decimetriche. Consistono, come già detto, di un trasmettitore provvisto di antenna direttiva a fascio, orientabile nella direzione dell'ostacolo.

Il trasmettitore emette degli impulsi, cioè dei treni molto brevi di radioonde, aventi una durata di qualche milionesimo di secondo con una cadenza ben definita.

Quando questi impulsi vengono indirizzati su un ostacolo, parte dell'energia incidente torna indietro ed è raccolta dal ricevitore. Il ricevitore raccoglie questa eco con un certo ritardo rispetto al segnale trasmesso ed entrambi i segnali sono inviati ad un oscillografo il cui asse dei tempi è comandato con la cadenza degli impulsi del trasmettitore.

Come è ben comprensibile l'antenna direttiva funziona ad intermittenza ora come trasmittente ora come ricevente grazie ad un dispositivo commutatore R.T.

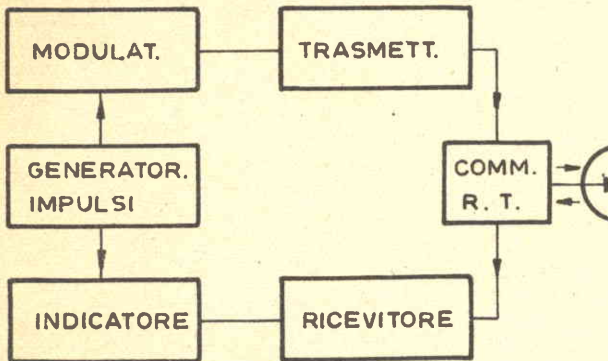


Fig. 2 - Schema di principio di un radar.

Nello schema di principio (*fig.* 2) si può notare un generatore di impulsi, che genera brevi impulsi di tensione ad una frequenza fissa, impulsi che si succedono ad intervalli costanti di tempo T, (schematicamente indicati nel diagramma a) di *fig.* 3.

Gli impulsi di questo generatore, tramite un modulatore, comandano l'emissione da parte del trasmettitore, di un breve treno d'onda e si ripetono ad ogni intervallo T (diagramma b, fig. 3). Il commutatore R.T. collega il trasmettitore all'antenna per la breve durata dell'impulso, indi commuta sul ricevitore, che raccoglie l'eco con un certo ritardo rispetto al segnale trasmesso (diagramma c).

I segnali prodotti dal generatore pilota, oltre ad essere applicati al modulatore, sono pure inviati all'indicatore sotto forma di denti di sega.

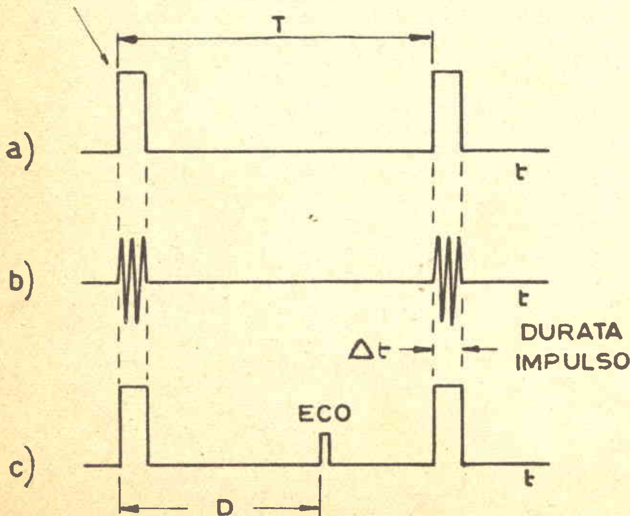


Fig. 3 - Impulsi di funzionamento.

L'indicatore del nostro radar è un tubo a raggi catodici, e cioè un dispositivo nel quale un fascio di elettroni produce un sottile punto luminoso grazie ad uno schermo fluorescente. Influenzato elettronicamente il fascetto di elettroni traccia sullo schermo una figura luminosa che è funzione delle forze elettriche che agiscono sul fascio stesso.

Il principio su cui si basa la piú semplice forma di selezione usata nella misura di distanza può essere il seguente. Il pennello catodico è obbligato a percorrere lo schermo dalla sinistra verso destra con velocità costante, per ritornare rapidamente alla sinistra e quindi ripetere il ciclo in modo continuativo.

Questo pennello catodico, che nell'ondata avrà tracciato una linea, è oscurato nel percorso di ritorno e di conseguenza questa nuova traccia risulterà invisibile.

Sincronizzando i circuiti elettrici in modo tale che, proprio nell'istante in cui il puntino luminoso ha abbandonato il margine sinistro dello schermo, il trasmettitore invii un impulso e nello stesso istante si abbia una deflessione del pennello catodico, si otterrà un piccolo segnale sotto forma di trattino verticale all'estremità sinistra della traccia orizzontale percorsa dal fascio elettronico.

Questa figura stabile formata da una linea orizzontale con un sottile trattino verticale all'estremità sinistra che appare sullo schermo, è data dal fatto che il ciclo completo del nostro punto luminoso si verifica ad una frequenza costante che è superiore a quella necessaria per assicurare la persistenza della visione. Gli echi di ritorno dall'ostacolo vengono anch'essi applicati al tubo a raggi catodici, con una opportuna amplificazione nel ricevitore, e poiché essi ritornano con una frequenza costante, identica a quella del tempo base, producono una seconda flessione verso l'alto o verso il basso in un tempo costante tra il punto di deflessione del trasmettitore ed il margine destro dello schermo (*fig.* 4).

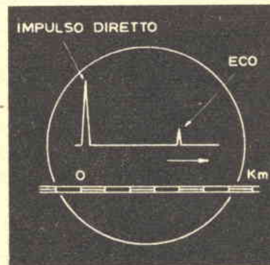


Fig. 4 - Principio di misura su schermo oscillografico.

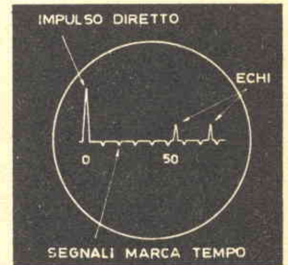


Fig. 5 - Scala oscillografo radar lineare (scansione tipo A).

È evidente che la distanza fra le due deflessioni, dovute al trasmettitore ed alla eco, è proporzionale alla differenza di tempo tra l'impulso trasmesso e lo stesso impulso ricevuto di ritorno.

La distanza, quindi, può essere misurata su di una scala disposta lungo l'asse dei tempi, quando la deflessione dovuta all'impulso del trasmettitore è portata a coincidere con lo zero della scala.

Onde consentire la ricezione dell'eco e poter misurare il tempo d'eco, come piú sopra detto, l'emissione è effettuata ad impulsi ripetuti ritmicamente.

La durata Δ t (fig. 3) dell'impulso deve ovviamente essere minore del tempo d'eco dell'ostacolo piú vicino da localizzare: in altre parole la durata degli impulsi emessi in trasmissione, deve essere minore del tempo impiegato dal nostro treno d'onda ad arrivare all'ostacolo ed a ritornare. In caso contrario l'inizio dell'eco si manifesterebbe prima del termine dell'impulso.

Perciò la MINIMA PORTATA del radar va proporzionata alla durata di questo impulso Δ t.

Il tempo T, che intercorre fra un impulso di trasmissione ed il successivo, deve, ovviamente, essere maggiore del tempo d'eco dell'ostacolo piú lontano da localizzare per evitare sovrapposizioni che determinerebbero confusioni.

Perciò la MASSIMA PORTATA del radar dipende dalla scelta del tempo T di ripetizione.

La PORTATA PRATICA fisica del radar, ossia la massima distanza dell'ostacolo per la quale l'intensità del treno d'onda di ritorno è ancora sufficiente per la sensibilità del ricevitore, dipende

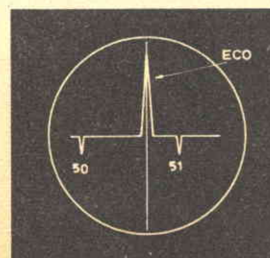


Fig. 6 - Presentazione parziale per indicazione di precisione.



Fig. 7 - Scansione di tipo J.

BIBLIOGRAFIA

TIBERIO - Introduzione alla radiotelemetria.
MALATESTA - Radiotecnica generale.
MONTEFINALE - Il radar.
DILDA - Microonde.
IST. BIB. IT. - Microonde - 5° Supp. Bollettino ingegneria.
U.S.I.S. - Radar.
TERMAN - Radio Engineers' Handbook.
REINTJES-COATE - Principles of radar.

da un complesso di fattori di carattere essenzialmente fisico, quali l'altezza dal suolo, le caratteristiche elettriche del mezzo interposto, le dimensioni e natura dell'ostacolo, la direttività delle antenne, la potenza e sensibilità dell'apparato.

Dalla durata Δ t dell'impulso dipende anche il POTERE RISOLUTIVO del radar: infatti, se due ostacoli si trovano allineati rispetto al radar, essi dànno luogo a due echi distinti solo se la distanza fra di essi è maggiore dell'intervallo di tempo Δ t.

Se Δ t è uguale ad 1 μ sec. i due ostacoli sono distinguibili sullo schermo se distano fra di loro almeno di 3.000 mt, dato che la velocità di radiazione è di 300 mt in un milionesimo di secondo.

Un parametro che influisce in modo contrastante sugli elementi che determinano la portata del radar è pur sempre la lunghezza d'onda. Il suo aumento corrisponde in pratica ad un aumento della sensibilità di ricezione, ma d'altra parte porta ad un minor potere riflettente per gli ostacoli di piccole dimensioni, e ad un aumento dell'ingombro delle antenne. Praticamente la soluzione è di compromesso e per gli ostacoli alti sul suolo possono servire onde relativamente lunghe, beninteso sempre nel campo delle ultracorte, mentre per ostacoli bassi sul suolo sono indispensabili onde piú brevi.

Nella misura di distanza col radar la precisione dipende, fra l'altro, come già detto, dalla durata dell'impulso del trasmettitore, piú questo è breve e ben definito nel tempo e piú risulta esatta la percezione degli istanti di partenza e di arrivo dei segnali su cui si basa la misura.

È da notare che la forma e la durata degli impulsi che compaiono sull'oscillografo non dipendono soltanto dalle caratteristiche del trasmettitore, ma anche dall'attitudine del ricevitore a riprodurre fedelmente tutti i segnali captati.

In pratica è possibile trasmettere degli impulsi brevi fino a 0,15 . 10-6 sec., i quali, rivelati con ricevitori adatti, permettono di ottenere letture di distanze con una precisione limite di circa 10 mt.

SCANSIONE - ESPLORAZIONE - DIREZIONE OSTACOLO

Scansione

In precedenza abbiamo detto che il pennello catodico, muovendosi da sinistra verso destra, lascia sullo schermo fluorescente una traccia, che costituisce, a condizione che il moto del pennello sia uniforme, direttamente una misura di distanza fra picco e picco. Per agevolare questa misura si procede ad una taratura dell'asse dei tempi e questa si effettua mediante *picchi marca tempo* prodotti da un oscillatore a frequenza costante, che produce impulsi tali che l'asse dei tempi dell'oscillografo resta automaticamente tarato (*fig.* 5).

Gli echi determinano un picco verticale verso destra ad una distanza pari al percorso di andata e ritorno dell'onda emessa.

La distanza fra i due impulsi misura, quindi, lo spazio fra l'antenna del radar e l'ostacolo. Questo metodo di lettura lineare descritto, va sotto il nome di SCANSIONE DI TIPO A ed è anche possibile, cambiando la velocità di scansione del pennello catodico, mettere a fuoco una visione parziale della scala (*fig.* 6) e misurare accuratamente la distanza dell'ostacolo.

Per aumentare la precisione della lettura, la scala dei tempi, invece di essere rettilinea, è stata sviluppata sulla circonferenza prossima al contorno dello schermo. Ne è venuta una SCANSIONE DI TIPO J, ove la misura può essere dedotta dall'angolo fra impulso ed eco (*fig.* 7).

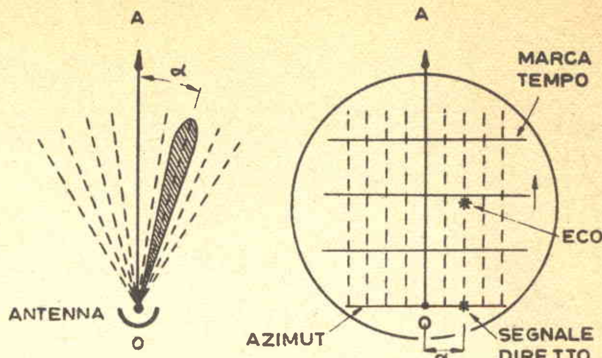


Fig. 8 - Esplorazione radar di tipo B.

Sistemi ancora piú interessanti sono stati escogitati per rendere questo strumento veramente efficace.

Per ottenere la rappresentazione, il fascio catodico è normalmente interdetto in modo da fare apparire sullo schermo una luminescenza che fotografa l'ostacolo, cosí che, oltre la distanza, si ricava anche il suo profilo.

Nell'ESPLORAZIONE DI TIPO B infatti si ricavano questi dati. Tale principio di esplorazione è indicato in *fig.* 8.

I radar di questo tipo sono muniti di una antenna molto direttiva, che è fatta oscillare in senso orizzontale con movimento molto lento. L'esplorazione sullo schermo dell'oscillografo avviene questa volta dal basso verso l'alto ed il pennello di risposta parallelamente a destra o a sinistra in sincronismo col moto dell'antenna. Sullo schermo appariranno il segnale diretto e gli eventuali echi ad ogni posizione dell'antenna il tutto riferito sull'asse dei tempi. Si ha cosí, in funzione dei vari punti luminosi, una figura che riproduce il profilo dell'ostacolo. Gli impulsi di distanza questa volta ci appariranno come tante righe sullo schermo, dovute al moto di traslazione dell'asse dei tempi. Si ha quindi, nell'esplorazione di tipo B, una rappresentazione cartesiana delle distanze in funzione dell'azimut, ossia dell'angolo che sul piano orizzontale la direzione dell'ostacolo forma con la direzione di orientamento dell'antenna.

Volendo ottenere una rappresentazione estesa a tutti i 360°, l'esplorazione viene effettuata secondo un sistema di assi polari il cui centro è l'antenna del radar, che è rappresentata nel mezzo dello schermo oscilloscopico.

Tale tipo di esplorazione panoramica è detta PPI ed esplora lo spazio circostante mediante la rotazione dell'antenna col suo riflettore (*fig.* 9). L'asse dei tempi è quindi disposto secondo un raggio che dal centro va verso la periferia dell'oscillografo, mentre gli impulsi di distanza descrivono cerchi concentrici. Anche qui, l'angolo formato dal raggio su cui compare l'eco con l'asse di riferimento indica l'azimut, mentre la distanza radiale dal centro indica la distanza antenna-ostacolo.

È da notare che gli schermi dei radar, funzionanti con questi tipi di esplorazione, hanno una fosforescenza che permane nei punti colpiti dal fascetto elettronico, quel tanto che basta per mantenere la luminosità nell'intervallo di tempo occorrente fra due passaggi del fascio di esplorazione nello stesso punto.

(*continua al prossimo numero*)

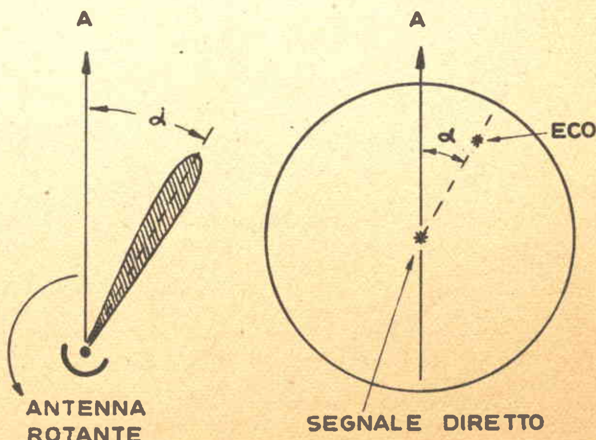


Fig. 9 - Esplorazione panoramica tipo P.P.I.

Fototubi e Fototransistori
(continuazione di pag. 19)

chiede un tempo dell'ordine di 1/10 di millesimo di secondo, viene limitata l'attitudine del fototubo a seguire rapide variazioni dell'intensità luminosa che colpisce il catodo, per cui la massima frequenza alla quale il fototubo può lavorare è di circa 10 kHz. Questo non limita però molto il campo di applicazioni di tale tipo di fototubo.

FOTOMOLTIPLICATORE

Un altro sistema, assai piú complesso, ma molto piú efficiente, per aumentare la sensibilità di un fototubo, è quello di usare i cosidetti *fotomoltiplicatori*, il cui funzionamento si basa sull'emissione secondaria. Tale tipo di emissione si verifica quando un elettrone colpisce a forte velocità e con un'opportuna inclinazione la superficie di un metallo, in modo tale da far fuoruscire da esso altri elettroni. Se gli elettroni cosí liberati (*elettroni secondari*) sono in numero maggiore degli elettroni incidenti (*elettroni primari*) si ha una moltiplicazione del numero di elettroni e si può quindi ottenere una corrente anodica molto superiore a quella costituita dai soli elettroni emessi dal catodo. La sezione di un fotomoltiplicatore è riportata in *fig.* 8: tra il catodo e l'anodo vi sono disposti ben 9 elettrodi detti « dinodi », che provvedono a moltiplicare il numero di elettroni emesso dal catodo. La disposizione dei dinodi, la loro forma e la tensione ad essi applicata fanno in modo che gli elettroni liberati da uno di essi vadano a cadere esattamente sul dinodo successivo, liberando da esso un numero maggiore di elettroni. Nella fig. 8 sono indicate con linee tratteggiate le traiettorie degli elettroni: il raggio di luce, colpendo il catodo, libera da esso un certo numero di elettroni, questi vanno a colpire il dinodo D_1 e liberano un numero maggiore di elettroni, i quali vanno a colpire il dinodo D_2 liberando un numero ancora maggiore di elettroni e cosí via fino a raggiungere l'anodo. In pratica ogni dinodo emette da 2 a 3 elettroni per ogni elettrone che lo colpisce, quindi per ogni elettrone emesso dal catodo si hanno dai 1000 ai 5000 elettroni raccolti dall'anodo.

Il fotomoltiplicatore richiede per il suo funzionamento che ogni dinodo sia a circa +100 V rispetto al dinodo precedente, per cui in totale richiede una tensione anodica di 1000 V. Un partitore di tensione provvede ad applicare ai dinodi la giusta tensione, come si vede nello schema di *fig.* 9.

Piú che essere sfruttato per ottenere forti correnti anodiche, il fotomoltiplicatore è usato nei casi in cui il flusso luminoso è estremamente debole, ottenendo correnti anodiche dell'ordine del mA.

FOTOTRANSISTORI

Lo sviluppo dei transistori è stato enorme in questi ultimi anni tanto che essi possono oggi essere usati al posto dei tubi in molte applicazioni. Se il transistore è l'analogo del tubo elettronico (infatti è definito « triodo al germanio ») il fototransistore può essere considerato l'analogo del fototubo, anche se i fenomeni che in esso si constatano sono analoghi soli in parte a quelli dei fototubi.

Come per i transistori, anche qui si hanno due tipi: i fototransistori *a punta* ed *a giunzione*, dei quali è riportato un disegno schematico in *fig.* 10 e *fig.* 11. Essi sono molto simili ai diodi al germanio essendo il primo formato da un cristallo di germanio sul quale poggia il classico *baffo di gatto* ed il secondo da una giunzione tra germanio P ed N (vedi « Cos'è il transistore? » Radiorama, n° 1, settembre '56) tanto che a rigore dovrebbero essere chiamati *fotodiodi al germanio*. Il nome di fototransistore deriva dal fatto che la corrente che scorre in esso è pilotata dalla luce che lo colpisce e prende quindi le veci dell'emittore.

Il funzionamento del fototransistore si basa non sul fenomeno della fotoemissione, come avviene per i fototubi, ma sul fenomeno della fotoresistività, in quanto la luce incidente, modificando la resistenza interna del fototransistore, ne fa variare la corrente.

Ritornando alle rappresentazioni degli atomi e dei fotoni, il fenomeno della fotoresistività può essere spiegato nel modo seguente.

Si immaginino ora gli elettroni come al solito ruotanti attorno al nucleo, ma si pensi che la forza elettrica che ad esso li trattiene sia costituita da un esile filino. Quando la luce colpisce il fototransistore, i fotoni bombardano con violenza gli atomi di germanio e, se colpiscono i sottili legami, li spezzano liberando l'elettrone da esso trattenuto. In questo modo si ha nell'interno della struttura cristallina del germanio un maggior numero di elettroni liberi e quindi una maggiore conducibilità. I legami tendono però a riformarsi e cosí, appena il bombardamento di fotoni cessa, gli elettroni vengono di nuovo vincolati ai nuclei e la conducibilità ritorna al valore primitivo (*fig.* 12).

Per il suo funzionamento il fototransistore deve essere polarizzato nel senso in cui non conduce (*fig.* 13). A differenza dei fototubi, quando la superficie attiva non è colpita dalla luce si ha una certa corrente I_{co}, che aumenta con l'aumentare della tensione anodica; quando la luce perviene al fototransistore la sua corrente aumenta in proporzione all'intensità luminosa. Le caratteristiche risultano pertanto del tipo di quella riportata in *fig.* 14 per il fototransistore a punta e di *fig.* 15 per il fototransistore a giunzione. Da esse si nota come la corrente del secondo tipo raggiunga un valore di saturazione dipendente dal valore del flusso luminoso, allo stesso modo come capita per i fototubi a vuoto. In entrambi i tipi si nota la corrente I_{co}, che si ha quando il fototransistore non è colpito da luce, cioè quando il flusso luminoso è nullo (tali curve sono infatti indicate con O mlm).

(*continua*)

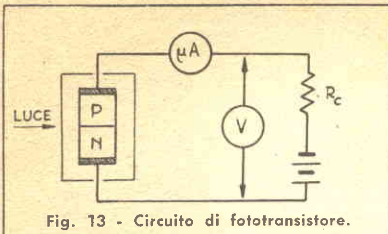


Fig. 13 - Circuito di fototransistore.

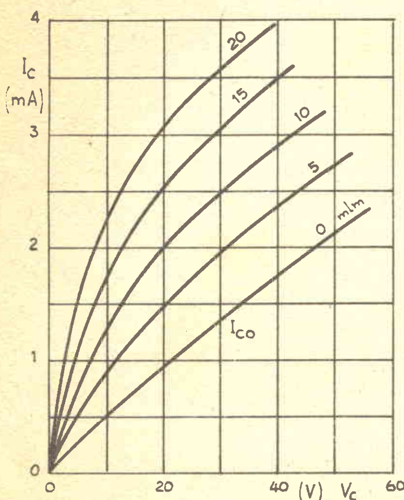


Fig. 14 - Caratteristiche di fototransistore a punta.

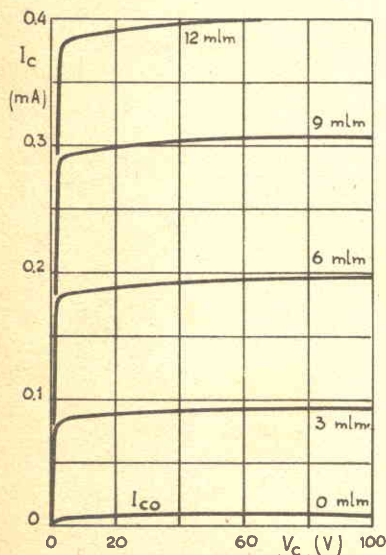


Fig. 15 - Caratteristica di fototransistore a giunzione.

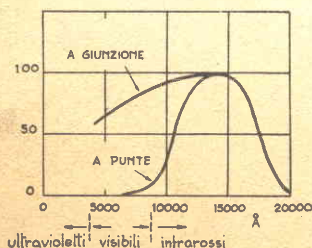


Fig. 16 - Caratteristica di sensibilità di fototransistori.

Lettere al direttore

SIATE BREVI! - scrivete a "LETTERE AL DIRETTORE" Radiorama - Via La Loggia 38 - Torino

PAON IGINIO

Rovereto (P. Follone 88)

La prego gentilmente di inserire nella rubrica « Lettere al direttore » la presente: offerta di acquisto di una bobinatrice per avvolgimenti lineari per fili da mm 0,03 a mm 3 e per avvolgimenti a nido d'ape; offerta di acquisto di un televisore da 17 pollici anche usato, non meno di un anno, di un oscilloscopio funzionante e tarato, anche usato non meno di un anno. Prego inviare illustrazioni, caratteristiche di funzionamento e prezzo.

● *L'ho accontentata con piacere, perchè la Sua richiesta di materiale usato « non meno di un anno » dimostra un lodevole programma. Lei intende, mi pare, rimettere in sesto, come un buon medico, pazienti di cagionevole salute. Badi bene, però, a che il malato non sia inguaribile!*

ZAMBELLI LICANDRO

Mezzano Inferiore (Parma)

Ho realizzato lo schema della trasmittente per giradischi illustrato su Radiorama. Con vivo entusiasmo ho riscontrato la sua perfetta funzione irradiante. Ma vorrei potenziarlo poiché abito in una zona di campagna in cui l'impiego dei ricevitori è molto relativa: vorrei quindi avere la soddisfazione di comunicare coi miei amici via radio. La prego vivamente di volermi procurare uno schema di potenziamento del suddetto modello.

● *È molto facile aumentare la potenza del piccolo trasmettitore usato per il giradischi, ma purtroppo non si può fare. Non è permesso, infatti, trasmettere senza licenza e fuori di determinate gamme riservate ai dilettanti. Sulle onde medie, poi, è severamente proibito irradiare per non arrecare disturbi alle radioricezioni. Non si fidi, quindi, di un punto della gamma da Lei ritenuto libero, perché è probabile che sia il Suo ricevitore a non sintonizzare alcuna trasmissione, ma questa certamente esiste. La gamma delle onde medie è, purtroppo, estremamente affollata di stazioni.*

RUBIZZI RICCARDO

Campegine (Reggio E.)

I nostri piú stretti collegamenti tecnici sono con gli Stati Uniti e l'Inghilterra, quindi molti termini nel campo Radio e TV sono espressi in lingua inglese. Essi sarebbero molto piú facili da ricordare se si conoscesse tutta la lingua: propongo perciò che ne venga iniziato l'insegnamento attraverso Radiorama. Tuttavia non essendo possibile un insegnamento perfetto senza far ascoltare la pronunzia delle parole, propongo di affrontare un problema che si può considerare il numero uno per gli insegnamenti a mezzo corrispondenza, cioè l'impianto di una stazione radiotrasmittente.

● *Riconosco, lettore Rubizzi, che il Suo sistema per risolvere i problemi è veramente radicale. Lei non tollera mezzi termini, vuole la soluzione completa. Ma in questo caso quanto propone è un po' troppo semplificato. Vede, se, per essere un buon tecnico, fosse necessario conoscere l'inglese (ed io aggiungo anche il francese ed il tedesco), prima di tutto bisognerebbe essere poliglotti. Si accontenti, per ora almeno, del dizionario tecnico dei Corsi della Scuola o di quelli, molto completi, reperibili nelle librerie. D'altra parte la RAI impartisce per radio lezioni di lingue ogni mattino alle 6,30 e persino una rubrica televisiva si occupa di ciò. Utilizzare Radiorama per l'insegnamento delle lingue è come andar fuori dal seminato, e per di piú l'occuparsi di troppe cose porta spesso a farle, anche, tutte male. Infine l'impianto di una trasmittente per gli scopi che Lei illustra, è una chimera, per ora, in Italia. Si rischia non soltanto di vedersi sequestrare gli apparecchi, ma forse anche di finire al fresco!*

Caro Lettore, forse con questo numero scade il Suo abbonamento semestrale. Se trova Radiorama piacevole ed interessante, **rinnovi subito il Suo abbonamento.**

Radiorama gliene sarà grato, e Lei non resterà sprovvisto di alcun fascicolo. Per non dimenticarsene, faccia il versamento postale oggi stesso.

ABBONATEVI A RADIORAMA

la riceverete a casa ogni mese

12 numeri	L. 1200
6 numeri	L. 650
estero anno	L. 1600

Utilizzate il bollettino allegato segnandovi chiaramente cognome, nome e indirizzo

---

Indicare a tergo la causale del versamento.

Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni

Servizio dei Conti Correnti Postali

Certificato di Allibramento

Versamento di L. ....

eseguito da ....

residente in ....

via ....

sul c/c N. **2/12930** *intestato a:*

RADIORAMA "S.R.E.,, - Torino

Addì .... *195* ..

Bollo lineare dell'ufficio accettante

Bollo a data dell'ufficio accettante

N. .... del bollettario ch 9.

Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni

Servizio dei Conti Correnti Postali

Bollettino *per un versamento di L.* ....

Lire .... (in lettere)

eseguito da ....

residente in ....

via ....

sul c/c N. **2/12930** *intestato a:*

RADIORAMA "S.R.E.,, - Via La Loggia 38 - TORINO

nell'ufficio dei conti di **TORINO**

Firma del versante

Addì .... *195* ..

Bollo lineare dell'ufficio accettante

Spazio riservato all'ufficio dei conti

Tassa di L. ....

Bollo a data dell'ufficio accettante

Cartellino numerato del bollettario di accettazione

L'Ufficiale di Posta

Mod. ch 8 bis (Edizione 1933)

Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni

Servizio dei Conti Correnti Postali

Ricevuta *di un versamento*

di L. ....

Lire .... (in lettere)

eseguito da ....

sul c/c N. **2/12930** *intestato a:*

RADIORAMA "S.R.E.,, - Torino

Addì .... *195* ..

Bollo lineare dell'ufficio accettante

Tassa di L. ....

L'Ufficiale di Posta

Bollo a data dell'ufficio accettante

La presente ricevuta non è valida se non porta nell'apposito spazio il cartellino gommato numerato.

La data dev'essere quella del giorno in cui si effettua il versamento.

Spazio per la causale del versamento.
(La causale è obbligatoria per i versamenti a favore di Enti ed Uffici pubblici).

Il presente versamento è valido per l'abbonamento a

RADIORAMA

al nominativo retroindicato.

- **per 12 numeri L. 1200**
- **per 6 numeri L. 650**
- **estero annuo L. 1600**

Parte riservata all' Ufficio dei Conti.

N.............. dell'operazione

Dopo la presente operazione il credito del conto è di:

L. ....

Il Verificatore

....

AVVERTENZE

Il versamento in conto corrente è il mezzo più semplice e più economico per effettuare rimesse di denaro a favore di chi abbia un c/c postale.

Chiunque, anche se non correntista, può effettuare versamenti a favore di un correntista. Presso ogni Ufficio postale esiste un elenco generale dei correntisti, che può essere consultato dal pubblico.

Per eseguire il versamento il versante deve compilare in tutte le sue parti, a macchina o a mano, purchè con inchiostro, il presente bollettino (indicando con chiarezza il numero e la intestazione del conto ricevente qualora già non vi siano impressi a stampa) e presentarlo all'Ufficio postale, insieme all'importo del versamento stesso.

Sulle varie parti del bollettino dovrà essere chiaramente indicata a cura del versante, l'effettiva data in cui avviene l'operazione.

Non sono ammessi bollettini recanti cancellature, abrasioni o correzioni.

I bollettini di versamento sono di regola spediti, già predisposti dai correntisti stessi ai propri corrispondenti, ma possono anche essere forniti dagli Uffici postali a chi li richieda per fare versamenti immediati.

A tergo dei certificati di allibramento, i versanti possono scrivere brevi comunicazioni all'indirizzo dei correntisti destinatari, cui i certificati anzidetti sono spediti a cura dell'Ufficio conti rispettivo.

L'Ufficio postale deve restituire al versante, quale ricevuta dell'effettuato versamento, l'ultima parte del presente modulo, debitamente completata e firmata.

Basta con le scariche

i disturbi le distorsioni



Filtrate l'alimentazione del vostro ricevitore con il...



FILTRO DI RETE

L. 1500

Richiedetelo a **RADIORAMA**, Via La Loggia 38, Torino